

ANNEE 1970

THESE

N^o

506

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

P A R

Vincent MOLLET

Né le 24 mai 1942 à BOULOGNE-sur-SEINE (92)
Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE :

INTERET DU PH-METRE EN OBSTETRIQUE

Président : M. Paul MORIN, Professeur

ANNEE 1970

THESE

N^o

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

P A R

Vincent MOLLET

Né le 24 mai 1942 à BOULOGNE-sur-SEINE (92)
Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE :

INTERET DU PH-METRE EN OBSTETRIQUE

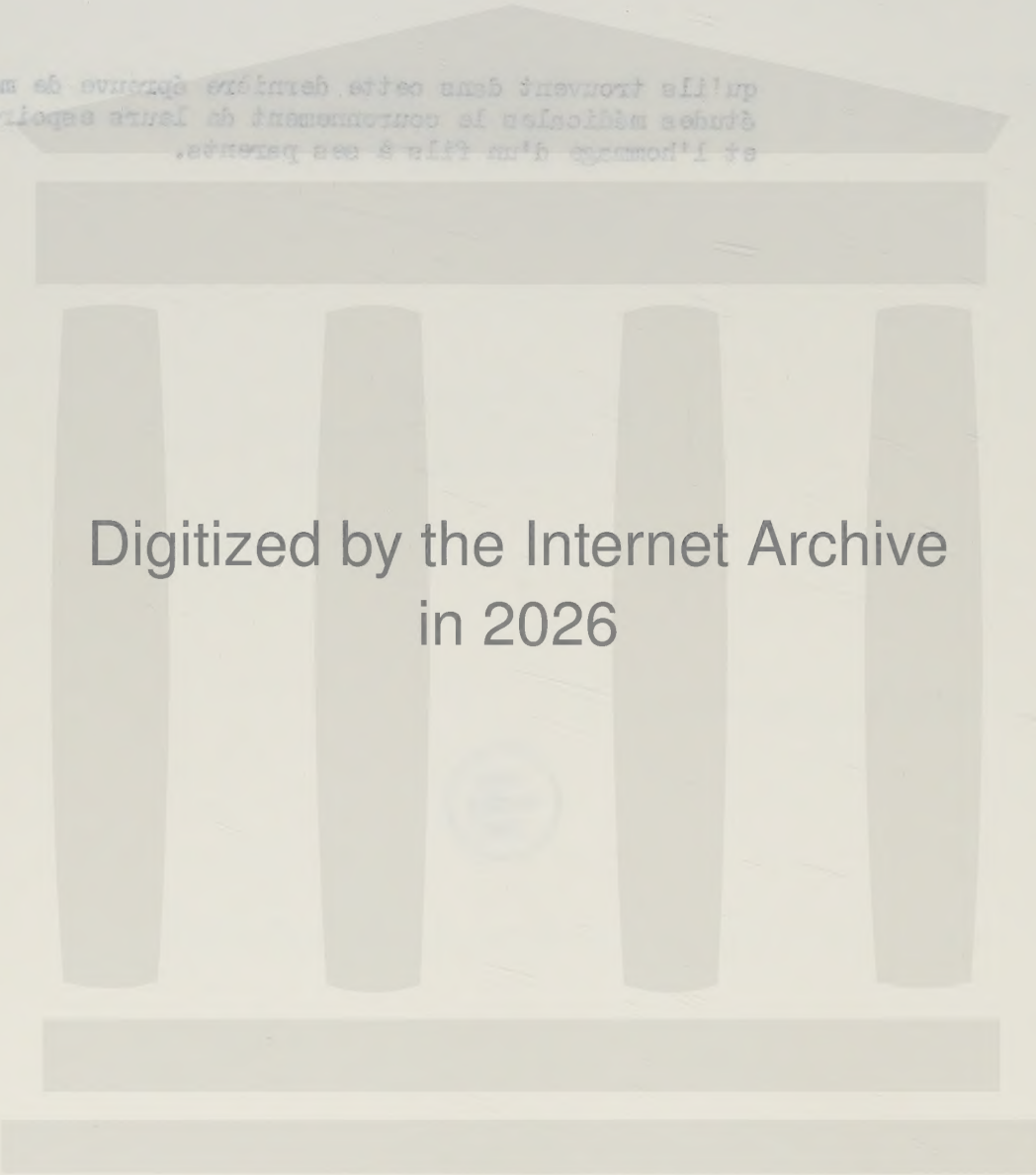
Président : M. Paul MORIN, Professeur

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS
THESE
DOCTORAT EN MEDECINE



A mes parents,

qu'ils trouvent dans cette dernière épreuve de mes
études médicales le couronnement de leurs espoirs
et l'hommage d'un fils à ses parents.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551504_0033

A Monsieur le Professeur P. MORIN

qui nous a fait l'honneur d'accepter
la présidence de cette thèse,
qu'il veuille bien agréer l'expression
de notre respectueuse reconnaissance.

A Monsieur le Docteur B. JAMAIN

qui nous a fait l'honneur de nous proposer
le sujet de cette thèse et de nous aider à
sa réalisation avec sollicitude et bienveil-
lance,

qu'il veuille bien accepter l'expression de
notre profonde reconnaissance.

A tous nos Maîtres de la Faculté de Médecine de Paris

A nos Maîtres d'Externat

- Monsieur le Docteur J. MIALARET
- Monsieur le Docteur M. PESTEL
- Monsieur le Professeur J. MARCHE
- Monsieur le Docteur B. JAMAIN
- Monsieur le Professeur P. CANLORBE
- Monsieur le Professeur R. BOUCHARD

A Monsieur le Professeur F. CONTAMIN

qu'il me soit permis de lui dire toute
ma respectueuse reconnaissance,

et de le remercier de m'avoir compté
parmi ses élèves, en tant que faisant
fonction d'interne.

A Messieurs les Professeurs H. LEBRIGAND et M. MERLIER

Chirurgiens du Centre Marie-Lannelongue

A Monsieur le Docteur P. PUECH

A Madame le Docteur Y. ORTH

du Centre Universitaire de Cure de
Saint-Hilaire du Touvet

A Messieurs les Docteurs P. DUPRES, M. YGER et DELAROUSSE

du Centre M.G.E.N. de Maisons-Laffitte

A Monsieur le Docteur J.R. VERGES

Chirurgien des Hôpitaux

qu'ils soient assurés de ma profonde
reconnaissance pour les soins attentifs
et dévoués qu'ils m'ont prodigués.

Chaque année, en France, 16 000 enfants meurent à la naissance ou dans les heures qui suivent, 30 000 présentent des souffrances cérébrales entraînant des séquelles neuro-psychiques irréversibles.

Les examens prénatals obligatoires, une meilleure surveillance au cours de la grossesse, un dépistage précoce ainsi que l'accouchement en milieu hospitalier ont contribué à diminuer largement le chiffre de la mortalité néo-natale.

Cependant, la fin de la grossesse, la naissance et la semaine qui suit, demeurent actuellement encore une épreuve dangereuse puisque c'est à cette période que la mortalité est la plus élevée atteignant un chiffre égal à celui de la mortalité des quarante premières années de la vie (Merger).

Le but de l'accoucheur, au cours de cette période, est donc de diminuer par tous les moyens ce taux de mortalité et de prévenir toute lésion cérébrale. Pour ce faire, il devra s'attacher à dépister le plus précocement possible une souffrance foetale débutante de façon à prendre, sur le champ, toutes les mesures qui s'imposent pour éviter qu'elle ne se prolonge.

Cette souffrance foetale est une telle hantise pour l'obstétricien que toutes les méthodes doivent être employées pour la dépister dès son apparition.

Certes, parfois, la souffrance foetale est évidente et le seul examen clinique permet à lui seul de l'affirmer, mais l'idéal serait de ne jamais parvenir à cet état et de pouvoir dépister toute souffrance lorsqu'elle est débutante, c'est-à-dire lorsqu'elle est à un stade infra-clinique.

Pour ce faire, on a fait appel à des moyens d'investigation nouveaux qui n'ont été réalisables que grâce à l'évolution des techniques.

Moyens biochimiques d'abord, c'est le cas des dosages hormonaux dont le plus récent, le dosage de l'oestriol urinaire chez la femme enceinte, permet de suspecter une souffrance foetale lorsque son taux est effondré.

Cependant, cette technique nécessite un laboratoire entraîné et le dosage se faisant sur les urines de 24 heures, il n'est guère possible d'avoir une réponse immédiate. Cette méthode ne pourra donc pas être utilisée lors d'une souffrance foetale d'apparition brutale.

Par conséquent, il a fallu faire appel à d'autres moyens de dépistage plus rapides.

Dans cet esprit, l'examen du liquide amniotique offre un grand intérêt.

On sait, en effet, que la plupart sinon la totalité des souffrances foetales provoque, par un mécanisme réflexe, une émission de méconium dans le liquide amniotique. De fait, l'amnioscopie permet, à l'aide d'un appareil optique simple, d'observer directement au travers des membranes la coloration du liquide amniotique. On peut ainsi dépister une souffrance foetale sur la seule observation de l'aspect du liquide.

Au besoin même, le liquide peut être prélevé par amniocentèse pour permettre son étude spectrophotométrique et chimique. En particulier, étude des pigments amniotiques et surtout du méconium qui se signale par une élévation de la densité optique à 405 m μ .

Malgré tout, ces dernières méthodes ne sont pas idéales puisqu'elles sont incapables de déterminer si la souffrance foetale est actuelle ou ancienne. Il a donc fallu les coupler avec d'autres techniques.

Les modifications des bruits du coeur demeurent donc un des signes les plus irremplaçables pour le diagnostic des souffrances foetales.

L'idéal serait de remplacer le traditionnel stéthoscope d'accoucheur par le monitoring qui permet une surveillance précise, objective et continue. Cependant cette méthode est encore trop compliquée pour être utilisée facilement.

En outre, elle n'est pas infailible dans la mesure où il existe des modifications des bruits du coeur sans souffrance foetale et vice et versa.

C'est pourquoi, il est très utile d'ajouter à tous ces moyens de dépistage un nouvel élément : l'étude de l'acidose foetale, compte-tenu du fait que toute souffrance foetale quelle qu'elle soit s'accompagne d'acidose.

Dans ce but, nous utilisons depuis un an à la maternité de l'hôpital Bichat, l'étude du pH sanguin foetal prélevé par ponction cutanée au cours même de l'accouchement et mesuré grâce à l'appareil d'Astrup, par microanalyse.

Cette méthode préconisée par SALING est du plus haut intérêt, car elle seule est capable de dépister de façon certaine une souffrance foetale à son tout début. On peut ainsi avec une grande exactitude juger de l'état de l'enfant.

Nous voudrions, dans ce travail, à la lumière de nos cas personnels, reprendre les avantages et les indications de cette méthode. Après un bref rappel de physiopathologie, nous nous efforcerons de l'étudier en insistant sur son aspect pratique, notamment, en ce qui concerne les précaution à observer et les techniques de prélèvement. Puis nous verrons tout l'enseignement qu'on peut tirer sur la conduite à tenir au cours de l'accouchement.

Bien sûr le travail de l'accoucheur ne s'arrête pas au premier cri de l'enfant et nous verrons, dans une deuxième partie, l'utilité de l'appareil dans la surveillance du nouveau-né au cours de la période néo-natale.

oOo

oOo

PHYSIOPATHOLOGIE

D'après les théories actuelles, l'équilibre acido-basique est la résultante des mouvements de l'ion H^+ . Chez un nouveau-né normal, il existe un équilibre exact entre les entrées et les sorties de l'ion H^+ , ainsi le taux de bicarbonate (22 meq), la PO_2 (40 mm) et le pH (7,35) sont sensiblement constants. Par conséquent, on parlera d'acidose lorsqu'il y aura une augmentation du nombre d'ion H^+ .

Cette augmentation pouvant être la résultante soit d'un excès de production ou d'apport, soit d'un défaut d'élimination.

Cependant, il convient de distinguer deux sortes d'ions H^+

- les uns liés à un acide volatil, en l'occurrence $CO_3 H_2$
- les autres, liés à un acide fixe

Le devenir de ces deux catégories d'ions est tout différent :

- * - Les ions H^+ liés au $CO_3 H_2$, volatils, sont éliminés par la voie pulmonaire suivant la réaction :



Il s'agit d'une élimination permanente, s'effectuant au fur et à mesure de la production de $CO_3 H_2$ qui représente le stade terminal du catabolisme des glucides, des lipides et d'une partie des protéines.

Le taux de $CO_3 H_2$ peut s'exprimer également d'une autre manière par le calcul de la PCO_2 .

Si par un mécanisme pathologique, quel qu'il soit, l'élimination du $CO_3 H_2$ est ralentie, il va y avoir une accumulation de cet acide volatil dans le sang, et l'on sera en présence d'une acidose respiratoire avec ses deux composants :

- Hypercapnie
- Abaissement du pH

- * - Quant aux ions H^+ liés à un acide fixe, n'étant pas volatils, ils ne peuvent s'éliminer que par voie rénale.

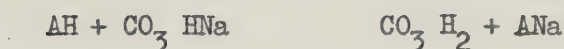
Physiologiquement, ils proviennent du catabolisme de certaines protéines alimentaires, en particulier, celles contenant des acides aminés soufrés.

En cas de jeûne, il y a également formation d'acide fixe par catabolisme des propres masses musculaires.

Dans certaines circonstances pathologiques, par suite d'un blocage ou d'une insuffisance de catabolisme, la dégradation totale en $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ n'est pas atteinte et on assiste à la constitution d'ions H^+ liés à des acides organiques devenus fixes. C'est le cas de l'acidose lactique.

Dans ces cas, l'élimination des ions H^+ ne peut être immédiate. Cependant ces derniers sont neutralisés par différents systèmes tampons dont le plus important est le système $\frac{\text{bicarbonate}}{\text{acide carbonique}}$.

En effet, l'ion H^+ se fixe sur le bicarbonate pour aboutir à la formation d'un acide volatil qui, lui, peut être éliminé par la voie pulmonaire selon la réaction :



Pour ce faire, cette réaction a consommé une molécule de bicarbonate, ce qui a pour conséquence de provoquer une hypobasémie d'où acidose métabolique.

En effet, le pH est proportionnel au rapport $\frac{\text{bicarbonate}}{\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}}$ selon la classique équation d'Henderson Hasselback :

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\text{CO}_3 \text{HNa}}{\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}}$$

donc le bicarbonate est inversement proportionnel à l'intensité de l'acidose métabolique.

En résumé, on voit qu'il existe deux sortes d'acidose très différentes dans leur mécanisme.

- l'acidose respiratoire définie par une hypercapnie entraînant une acidémie avec chute du pH alors que le taux de bicarbonate est élevé.
- l'acidose métabolique définie par une hypobasémie ou chute des bicarbonates avec abaissement simultané du pH sanguin.

Sur le plan pathologique, l'acidose respiratoire est due à une insuffisance des échanges gazeux.

quant à l'acétose métabolique, elle est due essentiellement au cours de l'accouchement à la formation d'acide lactique qui apparaît dans toutes les situations où les tissus ne reçoivent pas en quantité suffisante l'oxygène nécessaire au fonctionnement cellulaire normal. De ce fait, la glycolyse a lieu en anaérobie pour aboutir à la formation d'acide lactique au lieu de la dégradation complète en $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

oOo

L'APPAREIL D'ASTRUP

1) - Principe :

Il existe deux méthodes différentes pour déterminer les constantes de l'équilibre acide-base. L'une est la mesure directe sur les échantillons de sang, l'autre, utilisée ici, est la méthode dite d'interpolation d'Astrup.

Elle repose sur une titration du sang "in vivo". En effet, si l'on étudie les variations du pH du sang en fonction de diverses PCO_2 , les différents points obtenus sont tous situés sur une droite, à condition d'utiliser un système de coordonnées semi-logarithmiques pour interpréter la PCO_2 .

C'est sur cet artifice graphique qu'est basée la méthode d'Astrup. En effet, dans un premier temps, on soumet l'échantillon de sang à deux PCO_2 différentes et connues.

Le pourcentage de CO_2 contenu dans chaque obus est lu directement, à deux décimales près, sur le compteur fixé sur chacun des deux détendeurs.

La PCO_2 exacte des deux échantillons de gaz est déduite au moyen de la formule :

$$PCO_2 = \frac{B - 50}{100} \times CO_2 \%$$

où B est la pression atmosphérique exprimée en mm Hg

50 est le coefficient de correction de la vapeur d'eau à 38°
température à laquelle sont effectuées toutes les mesures.

On connaît donc avec précision les deux PCO_2 auxquelles est soumis chaque échantillon de sang.

On mesure, ensuite, leur pH respectif, et l'on porte sur un graphique les résultats obtenus en mettant le pH en abscisse et la PCO_2 en ordonnée.

La jonction des deux points ainsi obtenus permet de construire la droite représentative du sang étudié.

Dans un second temps, on mesure sur un troisième échantillon le pH réel du sang. Si l'on reporte sur la droite précédemment tracée ce pH, on obtient immédiatement, par interpolation la PCO_2 .

Sur un artifice graphique, on peut également calculer le taux de bicarbonate.

Enfin, l'intersection de la droite avec différents abaques dessinés sur les diagrammes pH et Log PCO_2 permet d'obtenir par simple lecture les autres constantes : bases totales, déficit en base, et bicarbonates standard.

Donc grâce à cette représentation graphique, on dispose d'une méthode simple et rapide et, qui plus est, relativement précise, compte-tenu du fait que les études comparatives faites avec la méthode classique et la méthode d'interpolation ne mettent pas en évidence d'écart significatif.

2) - L'appareil :

Il s'agit d'un bloc de taille relativement réduite (L 75 cm, l 50 cm, h 1 m), qui comprend plusieurs éléments :

- I - le pH mètre, proprement dit, constitué d'un cadran gradué au 1/100 sur lequel le pH du sang étudié s'inscrit directement. A sa partie inférieure, se situe une molette permettant l'étalonnage de l'appareil par rapport à une solution dont le pH est connu.
- II - l'électrode capillaire dans laquelle est incorporé un thermostat qui assure à l'ensemble des éléments une température constante de 38° .
L'électrode comporte, en outre, un système de pompe permettant d'aspirer l'échantillon à étudier et de la rincer une fois les opérations terminées.
- III - Une chambre d'équilibre des gaz dans laquelle les échantillons de sang sont mis en présence de CO_2 et d' O_2 à une concentration déterminée (4 % et 8 %) et mélangés grâce à un dispositif entraînant un mouvement continu. Cette opération s'effectue à une température constante de 38° .

Le bloc est autonome et comporte, dans sa partie inférieure, les deux obus du mélange $\text{CO}_2 - \text{O}_2$, le système de chauffage et d'aspiration. Il n'est relié, à l'extérieur, que par une simple prise de courant et ne nécessite pas de raccordement à un conduit d'aspiration ou d' O_2 .

UTILISATION DE L'APPAREIL :

L'appareil d'Astrup permet de mesurer trois constantes sanguines et ceci avec une quantité minime de sang puisque moins d'un centimètre cube de sang est suffisant pour calculer la totalité des constantes.

L'actuel pH ou pH réel s'obtient simplement par aspiration de l'échantillon à étudier au travers de l'électrode. La valeur du pH s'inscrit directement sur le cadran. ainsi, en moins d'une minute, l'appareil permet de diagnostiquer une acidose.

Le pH équilibré se mesure en deux temps.

_ Dans un premier temps, on fait barboter l'échantillon de sang dans un mélange gazeux d'oxygène et de gaz carbonique, de façon à réaliser une saturation complète en O_2 et une pression partielle de CO_2 égale à 40 mm Hg.

Pour ce faire, on dispose l'échantillon dans les tubes à équilibration réservés à cet effet et soumis à un mouvement vibratoire. L'opération dure trois minutes.

_ Dans un deuxième temps, on aspire, au travers de l'électrode, l'échantillon ainsi traité et l'on lit directement sur le cadran le pH équilibré.

Pour la réanimation de l'enfant, ce pH équilibré est très important puisqu'il permet de distinguer deux cas :

- l'acidose gazeuse, dans laquelle le pH réel est abaissé alors que le pH équilibré est normal. Dans ce cas, en effet, il existe un excès de CO_2 qui s'est trouvé éliminé lorsqu'on a rétabli, dans l'échantillon de sang considéré, les conditions des échanges gazeux normaux, c'est-à-dire, lorsque le pH a été "équilibré".
- Au contraire, en cas d'acidose métabolique, la baisse du pH réel est liée à une accumulation d'acide lactique et l'équilibration en O_2 et CO_2 n'a évidemment pas diminué le taux d'acide lactique, non volatil. Par conséquent, le pH équilibré reste aussi bas que l'était le pH réel.

Donc, la diminution du pH réel permet de dire s'il y a souffrance fœtale ou non alors que la détermination du pH équilibré nous renseigne sur le caractère gazeux ou métabolique de l'acidose.

Quant à la PCO_2 , elle s'obtient indirectement au moyen d'un graphique. Pour ce faire, on calcule un deuxième pH équilibré à une PCO_2 différente de la première et connue.

Les deux pH équilibrés obtenus permettent de tracer la droite indiquant les variations de pH en fonction des diverses PCO_2 . en reportant sur la droite préalablement tracée le pH réel, on obtient immédiatement la PCO_2 du sujet.

Par un artifice graphique, on peut calculer par l'intersection de cette droite avec différents abaques, les bases totales, le déficit de base et les bicarbonates standard.

Tous ces chiffres sont obtenus avec une précision extrêmement satisfaisante puisque le pH réel peut être mesuré avec une déviation standard de 0,006 et le pH équilibré avec une déviation standard de 0,004. Quant à la valeur de la PCO_2 , sa précision ne peut être estimée qu'approximativement, étant donné qu'elle dépend du pH actuel. Elle est de l'ordre de 2 %.

Donc cette méthode possède trois qualités principales :

- simplicité,
- précision,
- rapidité (moins de trois minutes),

qui en font un atout majeur en obstétrique où chaque minute compte.

Cependant, il est évident que pour obtenir le maximum de cet appareil, il est nécessaire de respecter certaines précautions techniques fondamentales.

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES :

1) - Emplacement :

L'appareil doit être situé le plus près possible du lieu de prélèvement de façon à perdre un minimum de temps. L'idéal serait de la mettre en salle de travail. A la maternité de BICHAT, l'appareil est situé dans un local tout proche, accompagné du matériel nécessaire au prélèvement.

2) - Utilisateur :

Il serait bon que tout médecin accoucheur ou sage-femme soit rompus à la technique de prélèvement et de mesure de manière à pouvoir faire une étude du pH à toute heure du jour et de la nuit. Pour notre part, un médecin spécialement entraîné a été attaché tout particulièrement au fonctionnement de l'appareil, à son entretien et à son réglage.

Cette organisation nous semble préférable, car elle évite que l'appareil, très sensible, et relativement fragile ne soit manipulé par trop de mains. Ceci évite par ailleurs, les variations dues au facteur personnel.

3) - Mise en marche :

Théoriquement, la mesure du pH ne demande pas plus de deux minutes, mais en pratique, il s'écoule quinze minutes entre le moment où l'on branche l'appareil et celui où l'on peut faire la première mesure. C'est le temps que met l'appareil pour atteindre 38°, température à laquelle se font toutes les opérations.

En conséquence, nous avons tout d'abord laissé l'appareil branché en permanence, puis nous nous sommes rapidement aperçu qu'il suffisait de le brancher quelques minutes avant le prélèvement.

Cet examen, en effet, a des indications bien précises et l'usage de l'appareil est relativement peu fréquent. En outre, il s'écoule toujours un petit laps de temps entre l'indication du prélèvement et son exécution.

Ce temps est mis à profit pour faire chauffer l'appareil.

Quoi qu'il en soit, nous avons pris l'habitude, dans le service, de brancher l'appareil au moindre doute pour ne jamais être pris au dépourvu.

4) - Entretien :

L'appareil est d'un maniement extrêmement simple. Il nécessite, cependant, un minimum de servitudes si l'on veut obtenir une bonne précision.

Tout d'abord, il est indispensable d'étalonner l'appareil avant chaque mesure. Pour ce faire, on fait une mesure avec une solution stable et connue (7,38) et l'on étalonne l'appareil sur ce chiffre. Il faut bien s'assurer, auparavant, que le produit n'est pas périmé et utiliser à chaque fois une ampoule neuve.

D'autre part, il est nécessaire de faire, de temps en temps, le même étalonnage, mais cette fois, avec une solution à un autre pH (6,84).

Ce double contrôle permet, en cas de dissociation dans les résultats de dépister une défectuosité de l'électrode.

Un autre point important est le nettoyage de l'appareil. En effet, après chaque usage, il faut rincer soigneusement l'électrode par aspiration de sérum physiologique, puis de la solution étalon, et, enfin, l'assécher par aspiration d'air, de manière à éviter de souiller l'électrode, ce qui fausserait les mesures ultérieures.

En dernier lieu, il faut être sûr que le récipient dans lequel plonge l'extrémité du capillaire de l'électrode au moment de la mesure est plein de solution saturée de chlorure de potassium.

5) - Précautions :

L'appareil étant ainsi en parfait état de marche, il ne reste plus qu'à aspirer le sang dans l'électrode en faisant attention de ne pas y introduire de bulle d'air, puis à bien essuyer la paroi externe du capillaire avant de le plonger, pour ne pas souiller la solution.

Tout ce protocole technique semble un peu complexe, en fait, ces manipulations demandant peu de temps et sont le garant de résultats précis.

Il s'agit maintenant de voir quelle est l'utilité de l'appareil à la maternité BICHAT et dans quels cas nous faisons appel à la mesure du pH foetal.

En fait, on peut distinguer schématiquement deux périodes pendant lesquelles on aura recours à cet examen :

- au cours de l'accouchement
- après l'accouchement

Cette classification est un peu arbitraire, mais elle est commode et permet de mieux classer les principaux aspects techniques.

oOo

I - AU COURS DE L'ACCOUCHEMENT :

1° - Indications :

En théorie, c'est très simple : la mesure du pH foetale doit être faite chaque fois qu'il y a suspicion de souffrance foetale. En pratique, compte tenu que le prélèvement ne peut avoir lieu qu'après rupture de la poche des eaux, nous distinguerons les cas où la décision de faire la mesure est prise avant la rupture et ceux où elle est prise après.

a) Décision prise avant la rupture :

Les incompatibilités Rhésus, les menaces de toxémie, les grossesses chez les mères diabétiques, les anomalies de développement, les grossesses prolongées sont autant de cas où il y a un risque foetal accru et où il y a lieu de craindre des complications spontanées d'évolution relativement lente. On doit, donc, dès rupture spontanée des membranes étudier le pH foetal.

Ailleurs, cependant, il ne faut pas attendre cette rupture spontanée, mais la provoquer pour faire une étude du pH dans les plus brefs délais. C'est le cas :

- lorsque l'amnioscopie met en évidence un liquide teinté. L'amnioscopie, en effet, est une méthode de choix pour surveiller la coloration du liquide en fin de grossesse.

Si ce dernier est vert, il témoigne d'une émission de méconium qui est presque toujours en corrélation avec un état pathologique.

Seule l'étude du pH permet de préciser si la souffrance est actuelle ou ancienne. Cette méthode, au besoin répétée, indique d'une façon formelle le degré d'urgence.

b) Décision prise après la rupture :

Ici, la situation est totalement différente. Les complications à évolution rapide, relativement rares pendant la grossesse, deviennent plus fréquentes. Par conséquent, tout au long du travail, il faut exercer une surveillance clinique

régulière, de façon à pouvoir faire une mesure du pH dès que l'on constate une anomalie à l'examen clinique. Ce peut être :

- une modification du rythme cardiaque, soit bradycardie à moins de cent ou entre cent et cent-vingt pendant deux intervalles de contraction successifs, soit une tachycardie à plus de cent-soixante battements minute ou une tachycardie de cent-cinquante - cent-soixante durant un quart d'heure. Ces troubles du rythme sont fréquemment, mais non toujours, l'indice d'une souffrance foetale le plus souvent aiguë.

Le pH a donc, dans ce cas, le grand intérêt de confirmer la souffrance foetale, d'en chiffrer la gravité et d'en déduire avec précision la conduite à tenir.

Cependant, parfois, il peut exister une bradycardie vagale sans acidose lors de la compression de la tête de l'enfant, par exemple. Dans ce cas, la méthode, en éliminant une souffrance foetale, va éviter une intervention chirurgicale abusive et tous les risques de séquelles post-opératoires que cela peut comporter.

Inversement il peut y avoir acidose sans modification immédiate des bruits du coeur.

En effet, lorsque l'altération du métabolisme est d'installation progressive, il va y avoir une adaptation de la circulation avec vaso-constriction sélective d'épargne, de telle sorte que l'apport d'O₂ au centre de régulation cardiaque et au muscle cardiaque lui-même reste inchangé.

On peut, ainsi, dépister une souffrance foetale débutante alors que l'examen stéthacoustique est encore normal.

- une émission de méconium, lorsque le liquide était auparavant clair; c'est le témoin d'un danger pour le fœtus que seule la mesure du pH est capable de dépister à un stade précoce. On pourra ainsi entreprendre à temps une intervention chirurgicale pour éviter les séquelles dues à l'hypoxie.

- un accouchement qui se prolonge. La mesure du pH est seule capable, ici, de nous indiquer l'état réel du fœtus. On doit donc, suivant les chiffres obtenus soit intervenir rapidement, soit refaire des mesures à intervalles réguliers.

Enfin, il existe d'autres cas où l'on emploiera avec profit la méthode, notamment lors d'un accès hypertensif maternel ou lors d'anomalies de la contraction.

Mais, surtout, il ne faudra pas hésiter à l'employer chaque fois que le plus petit signe clinique; voire même l'intuition, feront soupçonner un début d'acidose.

2° - Contre-indications :

Bien qu'il n'existe aucune contre-indication à cette méthode, nous avons pris comme règle d'or, dans le service, de ne l'employer que dans des cas où elle est vraiment nécessaire.

En effet, il ne s'agit pas de faire de cet examen un examen systématique. La technique de prélèvement, en elle-même, ne présente aucun danger, elle risque cependant d'entraîner, selon les auteurs américains, un choc psychique chez la mère.

En effet, en dépit des explications qu'on peut lui fournir, cet acte sanglant peut faire naître en elle une inquiétude quant au bon état de son enfant.

Nous pensons donc qu'il est parfaitement justifié de faire ce prélèvement au moindre doute, mais que l'on doit, en revanche, s'en abstenir chez les enfants normaux.

3° - Technique de prélèvement :

Rappelons, tout d'abord , que la poche des eaux doit être rompue spontanément ou artificiellement de façon à avoir accès à la présentation.

Il s'agit donc de recueillir une faible quantité de sang foetal (environ 1/4 cc) pour déterminer son pH.

Les instruments nécessaires au prélèvement sont peu nombreux. Ils se composent :

- d'un amnioscope dont le diamètre est adapté à celui de la dilatation pour bien exposer la partie qui se présente,
- d'un microbistouri ou d'un vaccino-style monté sur un porte bistouri pour faire la micro-incision,
- d'un tube souple de polyéthylène de 1,5 mm de diamètre et d'environ 40 cm de longueur pour recueillir le sang,
- d'une pince conductrice, à longue extrémité, permettant le guidage du capillaire,
- du chlorure d'éthyle en flacon pressurisé pour favoriser l'hyperhémie cutanée,
- d'un coton imbibé d'héparine pour éviter la coagulation dans le capillaire,
- d'huile de paraffine pour éviter une trop grande dispersion de la goutte de sang au niveau de l'incision.

Technique :

Le prélèvement se fait au niveau de la présentation : cuir chevelu, en cas de présentation céphalique, région de la fesse en cas de présentation du siège.

Dans un premier temps, on introduit l'amnioscope dans le vagin et on l'enfonce de telle manière qu'il s'applique intimement sur la partie du fœtus où aura lieu l'incision.

Sur cette partie ainsi délimitée, après avoir bien essuyer la région, on projette un jet de chlorure d'éthyle qui va augmenter la vaso-dilatation locale.

Ensuite, on fixe le bistouri ou le vaccinostyle sur le porte bistouri de façon à ce que la lame ne dépasse pas de plus de 2 mm pour éviter de faire une entaille trop profonde, facteur d'incidents.

Puis on applique, à l'aide d'un petit coton, une fine couche de paraffine au niveau du point d'incision pour obtenir une goutte de sang bien sphérique et compacte, facile à prélever.

Enfin, on profite d'une contraction utérine pour faire une incision franche.

Pour prélever la goutte qui se forme, il suffit de placer à son contact le capillaire souple. On est facilité dans cette tâche par la pince conductrice qui permet de diriger avec précision l'extrémité du capillaire sur la goutte de sang.

L'échantillon pénétrera facilement dans le microtube, soit par capillarité, soit par aspiration légère.

Pour éviter une coagulation intracapillaire, ce dernier doit toujours être héparinisé avant usage.

Le sang fœtal, ainsi obtenu, pourra être introduit directement dans la micro-électrode du pH mètre.

On voit donc qu'il s'agit d'une méthode de prélèvement simple toujours réalisable et ne réclamant que peu de matériel. La technique, cependant, requiert une certaine habitude et quelques précautions pour obtenir une bonne précision et diminuer les causes d'erreur.

4° - Discussions :

Quelques objections ont été soulevées quant à la valeur de la méthode. Nous allons essayer de les étudier et d'en faire l'analyse critique.

a) La première question qui vient à l'esprit est de savoir si la mesure du pH est bien représentative de l'état du fœtus.

Certains auteurs (en particulier SALING, MAC DONALD) ont fait des mesures de pH systématiques au cours de très nombreuses grossesses aussi bien normales que pathologiques et ont montré qu'il existe toujours une relation étroite entre le chiffre du pH et l'indice d'APGAR fait dès la naissance. Lorsque le pH, au cours du travail, est inférieur à 7,25, l'indice d'APGAR, à la naissance, est presque toujours inférieur à 6.

Ceci est également vrai, et c'est là l'intérêt de la méthode, lorsqu'il existe un pH abaissé sans signe clinique de souffrance fœtale. Inversement, lorsque le pH est normal, au cours du travail, l'indice d'APGAR, à la naissance, est toujours supérieur à 7.

Dans de rares cas cependant, il existe une dissociation entre le chiffre du pH et l'indice d'APGAR. La plupart du temps, cette dissociation apparente s'explique par une faute technique. Il est donc recommandé, en cas de doute, de refaire une deuxième mesure, principalement si le prélèvement n'a pas été fait avec toutes les précautions nécessaires.

b) La deuxième question qui se pose est de savoir si le sang, ainsi prélevé par microponction, est le reflet du sang artériel.

En fait, toutes les mesures faites ont montré que le sang capillaire obtenu avait un pH compris entre celui de l'artère ombilicale et celui de la veine ombilicale.

L'échantillon est donc valable puisque le sang artériel fœtal est un mélange de sang oxygéné (provenant de la veine ombilicale) et le sang de retour de la circulation systémique.

Cependant, de façon à obtenir un pH voisin du pH artériel, il va falloir user d'artifices pour artérialiser le sang capillaire.

Pour ce faire, il faut que la circulation fœtale soit accélérée et que les capillaires soient dilatés au maximum. Ces deux conditions étant partiellement remplies lors de la survenue d'une contraction utérine, on profitera de celle-ci pour effectuer le prélèvement.

D'ailleurs, la ponction en est facilitée, puisqu'à cet instant, la présentation est solidement maintenue et l'incision n'en est que plus franche.

Pour augmenter encore la vasodilatation locale, on projette, à l'endroit de l'incision, un jet de chlorure d'éthyle.

De ce fait, on obtient un sang artérialisé représentatif de l'état du fœtus.

On voit donc que l'on peut obtenir facilement du sang très proche, par ses composants, du sang artériel et dont la mesure du pH reflète fidèlement le degré de souffrance fœtale.

De plus 25 micro-litres de sang suffisent pour faire l'examen justifiant bien ainsi le terme de micro-prélèvement avec tous les avantages que cela comporte.

c) Par contre, une si faible quantité de sang à mesurer n'est pas exempte de cause d'erreur si l'on n'y prend garde.

En effet, au cours de l'incision et du prélèvement le sang à examiner risque d'être en contact avec d'autres liquides.

Si ceux-ci se trouvent mélangés avec l'échantillon, le pH mesuré n'indiquera plus exactement l'état du sang fœtal, il sera la résultante du sang artérialisé et du liquide de souillure.

Or cette cause d'erreur risque d'être importante, étant donné que l'on agit sur une très faible quantité de sang. Si cette dernière se trouve mélangée, ne serait-ce que par une seule goutte d'un autre liquide, on obtient une dilution qui est bien loin d'être négligeable, et qui entraîne des résultats erronés.

On voit donc la nécessité d'obtenir un échantillon absolument pur, ne contenant que du sang fœtal, à l'exclusion de tout autre liquide.

Mais quels sont les liquides qui peuvent éventuellement être en contact avec la sang fœtal :

- Tout d'abord, le liquide amniotique.

Dès la rupture des membranes, il s'écoule un flot de liquide amniotique qui continue à s'écouler, plus ou moins abondamment, suivant les cas, tout au long du travail. Il s'agit d'un liquide formé entre autre par les urines acides secrétées par le rein fœtal et dont le pH se situe environ entre 6,90 et 7,15.

On est donc en présence d'un liquide dont le pH est inférieur à celui du sang fœtal, d'où cause d'erreur au moindre mélange.

Pour éviter cela, si le prélèvement doit être fait dès la rupture des membrane, on attendra quelques secondes que la majorité du liquide se soit écoulée.

Ensuite, et dans tous les autres cas, on appliquera bien le tube de l'amnioscope sur la présentation de façon à ménager à l'endroit de l'incision une zone imperméable au liquide.

Ceci n'est pas toujours commode et nous avons eu deux échecs techniques pour ce motif au début de l'utilisation de l'appareil. Il s'agissait dans les deux cas de présentation céphalique, le liquide s'infiltrant sous l'amnioscope le long de la chevelure du fœtus.

Afin d'éliminer ce risque, il faut veiller à bien sécher la peau du fœtus à l'aide d'un tampon.

- A l'opposé du liquide amniotique, toujours présent, il existe d'autres liquides que l'on utilise pour des raisons techniques.

Il s'agit :

- de l'héparine, dont la présence est indispensable si l'on veut éviter une coagulation à l'intérieur du capillaire. La quantité utilisée doit être étudiée de telle façon que l'on obtienne une incoaguabilité sans toutefois entraîner une baisse de pH.

En effet, l'héparine est un acide et risque d'indiquer, si l'on n'y prend garde, un pH anormalement abaissé. C'est ce qui s'est passé sur un cas du service où l'acidose, après vérification, n'était due en fait qu'à une trop importante quantité d'héparine qui avait dilué l'échantillon sanguin.

On a calculé que la dose nécessaire et suffisante d'héparine était d'environ 0,5 mg/ml, proportions qui ne risquent pas de modifier la valeur du pH.

Maintenant, nous utilisons des cathéters en polyéthylène, tout préparés, contenant un fil de coton écru imbibé d'une solution d'héparine à 0,5 mg/ml, de la sorte, un surdosage n'est plus à craindre.

- le chlorure d'éthyle serait également une source d'erreur. En fait, c'est un risque plus théorique que réel. Ce corps est extrêmement volatil et, en pratique, au bout d'une fraction de seconde, il s'est totalement dissipé; il n'entraîne donc aucune modification de la valeur du pH.

- le rôle de la paraffine, enfin, est négligeable dans les modifications du pH. Nous avons vu son utilité pour obtenir une goutte sphérique facile à prélever.

Bien sûr, ce corps est au contact du sang, mais il s'agit d'un corps gras très difficilement miscible au sang, ne risquant donc pas de pénétrer dans le cathéter.

Au début, nous étendions sur la peau de la présentation une couche très mince d'huile de paraffine **stérile** avec un tampon. Par la suite, nous avons préféré utiliser une pâte qui est plus facilement maniable et, qui, surtout, nécessite une quantité encore plus faible de produit (de la grosseur d'une tête d'épingle).

- Reste donc le problème de la désinfection de la peau. Là encore les solutions antiseptiques (alcool, ammonium quaternaires) risquent d'entraîner des résultats erronés, si elles sont utilisées en grande quantité.

Dans notre service, compte tenu du risque d'infection extrêmement réduit, nous n'utilisons, dans la majorité des cas, aucune solution désinfectante.

Si, toutefois, nous jugeons celle-ci nécessaire, nous faisons plus volontiers appel à l'éther pour ses propriétés très volatiles.

En résumé, moyennant quelques précautions, la plupart des liquides parasites peuvent être éliminés, ne risquant pas, par leur présence, d'entraîner des modifications dans la mesure du pH sanguin.

d) Enfin, pour terminer, nous voudrions insister sur la conséquence des bulles d'air dans le prélèvement. Il s'agit là d'une erreur technique qui a beaucoup moins de conséquence que la présence de liquide et ceci pour deux raisons :

- d'abord parce que les bulles d'air sont facilement visibles au travers du capillaire transparent. Par conséquent, on voit qu'il y a cause d'erreur. On doit alors refaire le prélèvement.

- ensuite parce que la présence de bulles d'air ne modifie pas les résultats, elle les rend ininterprétables. Ce danger est donc beaucoup moins sournois.

Pour éviter la présence de bulles d'air, il faut bien utiliser la paraffine, de façon à obtenir une goutte sphérique et compacte facile à prélever, ensuite, il faut veiller à ce que l'extrémité du tube soit bien immergée dans le sang.

Ce n'est pas toujours facile bien que l'on soit aidé dans cette tâche par la pince conductrice. A plusieurs reprises, la présence de bulles d'air nous a obligés à refaire le prélèvement.

Dans deux cas même, nous avons été amenés à refaire une seconde incision.

Ayant ainsi obtenu un échantillon de sang pur, il faut encore s'assurer que celui-ci ne soit pas modifié dans ses constituants.

Entre autre, on sait que le pH est inversement proportionnel à la PCO_2 , une augmentation de la PCO_2 de 1 mmHg entraînant une diminution de pH de 0,007 unité.

Nous devons donc, par conséquent, veiller à ce qu'il n'y ait ni perte, ni accumulation de CO_2 au cours des opérations.

A) L'accumulation de CO_2 survient lorsqu'il existe un obstacle au retour veineux. Celui-ci est parfois dû à des modifications locales, tel, par exemple, une volumineuse bosse sero-sanguine. La mesure du pH indique alors un chiffre abaissé par rapport à la réalité et il n'y a malheureusement pas de moyen de corriger cette erreur.

Ainsi, dans deux cas, nous n'avons pas pu tenir compte, pour ce motif des résultats obtenus. Dans ces deux exemples, la mesure était motivée par un travail prolongé avec formation d'une volumineuse bosse sero-sanguine.

Ailleurs, l'accumulation de CO_2 est due à une faute technique et peut être facilement corrigée. Notamment, il ne faut pas exercer une trop forte pression sur le tube d'amnioscopie pour éviter de gêner le retour veineux ce qui favoriserait l'accumulation de CO_2 .

Dans les présentations céphaliques certains auteurs utilisaient une pince à longue branche pour surélever et enserrer le cuir chevelu à l'endroit du prélèvement, assurant ainsi une meilleure contention pour faciliter l'incision.

Nous n'avons jamais eu à utiliser un tel instrument, l'incision étant toujours réalisable sans préhension. En outre, une pression trop forte et trop prolongée sur la pince risque, en gênant le retour veineux, de fausser les résultats.

B) Quant à la perte de CO_2 , on peut l'observer dans deux circonstances :

1° - Lorsque le sang à analyser se trouve en contact prolongé avec l'air ambiant. Ainsi au niveau de l'incision, si la goutte de sang est lente à se former, le temps d'exposition à l'air sera allongé et l'on aura une fuite de gaz carbonique.

Pour empêcher cet inconvénient, nous procédons toujours à une incision franche pour assurer un écoulement sanguin rapide assurant un prélèvement en moins de cinq secondes.

Ce court laps de temps évite, non seulement une coagulation éventuelle, mais encore, il assure un contact très bref du sang avec l'air environnant, trop bref pour avoir une influence marquée sur le pH.

2° - Lorsque le prélèvement est dans le capillaire. On utilise, en effet, des tubes en matière plastique dont le seul défaut est la possibilité de diffusion des gaz sanguins.

Notamment on peut avoir une fuite de CO_2 au travers des parois atteignant 4 %.

Pour remédier à cet inconvénient, nous faisons toujours les mesures "ex-temporane", de façon à ce qu'il s'écoule moins de deux minutes entre la ponction et la lecture du pH réel sur le cadran. Ainsi, le CO_2 n'a pas le temps de diffuser.

Toutes ces précautions étant prises, nous avons donc un échantillon de sang représentatif dont le pH, comparé aux chiffres normaux, va nous indiquer la conduite à tenir.

Valeurs normales :

Certains auteurs, en particulier, SALING, à la lumière de très nombreux cas, et en faisant les mesures comparatives avant la naissance ont calculé que, normalement, le pH foetal était situé entre 7,25 et 7,35.

Si l'on prend le cas d'un enfant normal et vigoureux, on voit que le pH varie au cours de l'accouchement, mais qu'il reste toujours situé entre ces deux limites.

Ainsi, le pH mesuré avant le début des contractions est inférieur à celui que l'on trouve au cours du travail. Inversement, le pH s'abaisse à nouveau à la fin de l'accouchement pour atteindre son chiffre le plus bas au moment de la naissance, mais le pH demeure toujours au-delà de 7,25.

Lorsque le pH est légèrement au-dessous, la mesure du pH maternel est souhaitable, car l'agitation, le jeûne, l'hyperpnée peuvent modifier le pH maternel et retenir sur l'équilibre acido-basique du fœtus, introduisant donc des causes d'erreur.

Valeurs pathologiques :

Par déduction, on considère comme pathologique tout résultat inférieur à 7,24. Cependant, là aussi, on distingue deux zones :

1° - Entre 7,24 et 7,20, encore appelée zone pré-pathologique où les chiffres ne sont plus normaux, mais peuvent encore ne pas être pathologiques; c'est le territoire frontière où tous les doutes sont permis.

2° - Au-dessous de 7,20, au contraire, on a acquis la certitude qu'il existe une acidose avec souffrance foetale.

Ayant ainsi tracé les différentes limites du pH, nous allons pouvoir, maintenant en déduire la conduite à tenir et prendre les sanctions thérapeutiques qui s'imposent.

Conduite à tenir :

Pour interpréter les résultats, il faut s'appuyer sur le contexte clinique et tenir compte non seulement des raisons qui ont motivé l'étude du pH, mais encore de la phase de l'accouchement.

Ainsi, on peut considérer schématiquement trois phases :

1° - Avant le début du travail :

C'est le plus souvent la constatation d'un liquide teinté, soit au cours de l'amnioscopie, soit dès la rupture des membranes, qui a entraîné l'étude du pH. Ailleurs, la mesure de l'acidose est décidée systématiquement compte tenu du terrain maternel (hypertension artérielle, diabète, incompatibilité sanguine foeto-maternelle).

Dans ces deux cas, c'est la mesure du pH qui va nous indiquer de façon certaine la conduite à tenir.

Si le pH est supérieur à 7,25, on peut conclure qu'il n'existe pas de souffrance foetale actuelle, malgré un liquide teinté. On laissera donc le travail se déclencher spontanément, sous réserve d'une surveillance clinique et biologique minutieuse et répétée tout au long de l'accouchement.

Si, au contraire, le pH est inférieur à 7,20, c'est l'indice certain d'une souffrance foetale. Celle-ci doit être combattue sur le champ, afin d'éviter une mort foetale ou des lésions cérébrales, facteur de séquelles irréversibles.

Pour ce faire, une seule solution s'impose : la césarienne dans les plus brefs délais.

Entre ces deux limites, les attitudes thérapeutiques sont moins tranchées, mais ici l'urgence est plus relative et l'on peut se donner cinq à dix minutes pour refaire une nouvelle mesure.

Si le chiffre obtenu est inférieur à 7,20 ou s'il a chuté sensiblement par rapport au premier chiffre, il faut intervenir.

Si, au contraire, le pH remonte, on peut tenter un accouchement naturel, à la condition, toutefois, de faire une mesure toutes les dix minutes pour détecter la souffrance foetale dès son apparition et intervenir le cas échéant.

2° - Au cours du travail :

Ici la situation est un peu différente. En effet, on est le plus souvent en présence d'une fin de grossesse qui évoluait normalement, puis, soudain, la survenue d'une anomalie au cours de la surveillance clinique fait demander une étude du pH sanguin.

C'est ce qui se passe, entre autre, lorsqu'apparaît une modification des bruits du coeur ou une émission de méconium.

Là encore, c'est le résultat du pH qui va nous renseigner sur la marche à suivre. Le pH supérieur à 7,25 nous donne le feu vert pour continuer l'accouchement par les voies naturelles sous réserve bien sûr d'une nouvelle mesure au bout de dix minutes.

Le pH inférieur à 7,20 nous indique qu'il faut finir l'accouchement au plus tôt. Mais ici, il faut prendre en considération le degré de la dilatation et l'existence d'un éventuel engagement.

Seule l'étude de ces deux éléments permettra de décider parmi la voie haute et la voie basse laquelle des deux est la plus rapide et la moins traumatisante.

Si toutes les conditions sont requises pour préférer la voie basse, il va de soi que l'accouchement doit se terminer dans les plus brefs délais, en faisant appel chaque fois que cela est possible aux forceps ou aux ocytociques.

Dans la zone intermédiaire, enfin, il faut refaire la mesure aussitôt pour trancher entre l'expectative et l'intervention.

3° - En cas d'arrêt de la progression :

Le chiffre du pH nous indiquera les conséquences de ce travail prolongé sur l'enfant. Si le chiffre est normal et s'il n'y a pas d'obstacles, on tentera une perfusion d'épreuve pour renforcer les contractions, dans le cas contraire, il faudra préférer l'intervention.

Parmi tous les cas dont nous avons discuté, nous avons considéré que la zone franchement pathologique était inférieure à 7,20 et nécessitait une action thérapeutique immédiate.

En fait, à l'intérieur même de cette zone, on peut considérer que lorsque l'on trouve un pH inférieur à 6,90, la césarienne est inutile. En effet, un chiffre aussi bas est l'indice, soit d'une mort foetale, soit d'un état agonique prononcé avec des lésions cérébrales irréversibles, au-dessus de toute thérapeutique.

En conclusion, grâce au pH on dispose, dès la rupture des membranes, d'un véritable guide qu'il suffira de consulter pour en déduire la meilleure attitude thérapeutique.

On voit donc tous les avantages que l'on peut tirer de cette méthode, d'autant plus que ses dangers éventuels, que nous allons étudier maintenant, sont rarissimes.

Dangers :

Toute méthode d'examen, quelle qu'elle soit, présente des risques. Sur les milliers et les milliers de cas qui ont été étudiés dans le monde, on a décrit, parfois des incidents, et, exceptionnellement des accidents. Pour notre part, nous n'en avons jamais eu, mais les cas que nous avons étudiés sont peu nombreux. En conséquence, suivant la loi des probabilités, le risque est plus faible.

En fait, quels sont les dangers encourus ?

La technique utilisée est d'une très grande sécurité. Il s'agit, toutefois, d'effectuer un prélèvement. Nous aurons donc affaire à une méthode sanglante avec tous les risques que cela peut comporter. C'est donc la ponction et elle seule qui sera susceptible d'entraîner des complications.

Parmi celles-ci, on peut distinguer les bénignes et les graves.

1° - Les complications bénignes :

Une petite plaie au niveau du lieu de prélèvement s'observe dans environ

un cas sur trois. Celle-ci se répare spontanément et, au bout de huit jours, tout rentre dans l'ordre sans aucune cicatrice visible.

Parfois, on observe à ce niveau une petite infection purement superficielle, et réagissant bien à l'application locale d'une pommade antibiotique, mais retardant de quelques jours la cicatrisation.

Ailleurs, on a constaté la formation d'un petit hématome n'ayant aucune conséquence et qui régresse spontanément.

2° Les complications graves :

Elles sont, répétons-le, exceptionnelles. C'est ainsi que l'on a pu décrire l'infection d'un céphalématome qui n'a cependant pas engager le pronostic vital et n'a pas eu de conséquence sur l'avenir de l'enfant.

Enfin, dans toute la littérature, on relève que cet examen a entraîné à deux reprises la mort du fœtus. Dans un cas, il s'agissait d'une hémorragie méningée provoquée par une ponction de sinus veineux. En l'occurrence, il s'agissait d'une faute technique due à une incision trop profonde.

Dans l'autre cas, malgré une technique parfaite, une hémorragie importante et incoercible est apparue au niveau de la plaie, entraînant la mort du fœtus. Ici les examens sanguins ont révélé des troubles de la coagulation sanguine.

En conséquence, compte tenu de la grande rareté de tels incidents et accidents, on peut dire que cette méthode offre une grande sécurité.

Il faut, toutefois, rappeler que la ponction du fœtus peut déclencher, chez la mère, une certaine anxiété bien compréhensive qui peut être atténuée en lui expliquant de façon simplifiée les gestes que l'on va accomplir.

Limites de la méthode :

On a vu tout au long de cet exposé, les conditions de prélèvement, les indications, les résultats.

Malgré la précision de la méthode, celle-ci est parfois mise en défaut, soit qu'on ne puisse l'utiliser, soit que ses résultats soient erronés.

En fait, l'évaluation du pH comme reflet de l'état de santé de l'enfant donne 1 % d'erreur, toute faute technique mise à part. Par contre, ce risque est annulé si l'on fait deux prélèvements successifs, d'où l'intérêt de recommencer les mesures au moindre doute.

Ailleurs, la présence d'une bosse séro-sanguine importante risque de perturber les résultats dont la fiabilité est moins bonne. On doit, cependant, faire la mesure en tenant compte de cette cause d'erreur.

Mais, le principal inconvénient de cette méthode tient au fait que le prélèvement est effectué à un temps donné. Il s'agit d'une surveillance discontinue, alors que l'état du fœtus peut être soumis à des variations rapides.

En effet, certaines anomalies obstétricales qui menacent la vie du fœtus, telle une procidence du cordon ou une compression, peuvent survenir brutalement.

Si ces modifications apparaissent sitôt le prélèvement, les chiffres relevés seront normaux et rassurants, mais ils ne seront déjà plus le reflet de la nouvelle situation.

Il faut bien connaître cette faiblesse et savoir qu'un pH normal ne dispense pas des autres surveillances classiques, en particulier, de l'auscultation attentive et répétée des bruits du cœur dont la moindre modification doit faire demander une nouvelle mesure.

En résumé, l'utilisation de l'appareil est très étendue, et mise à part quelques limites peu nombreuses, son emploi, couplé avec la surveillance clinique et sthétacoustique apporte un progrès considérable et de nombreux avantages.

Avantages :

Nous avons pu entr'apercevoir au long des chapitres précédents tout le parti que l'on peut tirer d'un tel appareil. Nous allons maintenant voir l'intérêt de la méthode par rapport à la surveillance foetale classique.

Les avantages reposent sur les qualités de l'appareil et sur les progrès qu'il apporte.

A - Les qualités :

1° - La facilité d'emploi :

Au bout de trois à quatre prélèvements, les gestes deviennent rapidement familiers et la mesure est obtenue simplement, sans aucun problème.

Point n'est besoin ici de dosage, de mélange, ou de laboratoire, une seule prise de courant suffit et tout se lit sur un cadran, au lit même de l'accouchée.

C'est dire que l'on peut avoir une mesure en toute circonstance, et à toute heure du jour et de la nuit. De plus, la quantité de sang nécessaire est si faible que l'on en obtient toujours suffisamment.

2° - La fiabilité :

A la condition de respecter certaines précautions techniques élémentaires, le pourcentage d'erreur est inférieur à 1% voire même voisin de zéro, si la mesure est répétée.

C'est dire que l'aiguille du cadran indique de façon extrêmement précise, la ~~présence~~ d'une souffrance foetale et permet même de la chiffrer et d'en suivre l'évolution vers l'aggravation ou la réparation.

3° - La rapidité :

Entre le moment où l'on décide de faire un pH et celui où on lit le résultat sur le cadran, il s'écoule environ trois minutes. Un si court laps de temps permet d'agir instantanément et de prendre les décisions thérapeutiques qui s'imposent avant que ne se constituent des lésions cérébrales irréversibles.

4° - L'inocuité :

Exception faite de rares incidents, on considèrera cette méthode comme absolument sans danger. Elle n'entraîne ni séquelle, ni lésion, ni douleur et peut être utilisée sans aucun risque quelles que soient les circonstances.

5° - Répétitions des mesures :

La rapidité, l'inocuité et la facilité de la méthode permettent de l'utiliser aussi souvent que nécessaire, sans arrière-pensée. C'est ainsi que l'on pourra facilement répéter les mesures à intervalle régulier de façon à pouvoir suivre l'évolution de la souffrance foetale.

6° - Le bilan complet :

Moyennant une quantité de sang légèrement plus importante, on peut obtenir, au prix de quelques minutes supplémentaires, un bilan de l'acidose plus complet.

La méthode fournit, en effet, outre le pH réel et le pH équilibré, la PCO_2 et le déficit en base grâce à des artifices graphiques.

B - Apport de la méthode :

Un tel appareil est une source de progrès considérable, par rapport à l'examen clinique classique.

Il offre, enfin, une possibilité de surveillance précise du fœtus, surtout utile lorsqu'on redoute la survenue d'une souffrance fœtale.

On peut, enfin, dépister une souffrance à son tout début, alors que l'examen clinique est encore subnormal. Qui plus est, cette acidose est chiffrée avec une grande précision et de façon objective, indépendamment du facteur personnel du clinicien. Cette surveillance offre de nombreux avantages.

Elle permet de supprimer les interventions opératoires dans les cas où il n'y a pas un vrai danger pour le fœtus, ce qui évite les séquelles dues à l'opération. Ailleurs, au contraire, elle reconnaît le danger de souffrance à un stade précoce, indiquant par là même qu'il faut accomplir la césarienne sur le champ.

Dans les cas intermédiaires, une ou deux autres mesures assureront une surveillance à intervalles réguliers de façon à dépister une éventuelle modification de l'état du fœtus qui forcerait l'opérateur à intervenir.

Enfin, dans d'autres cas, lorsqu'on institue à la mère une thérapeutique médicamenteuse, la surveillance du pH fœtal au cours du travail permet de juger de l'efficacité de la drogue sur l'état de l'enfant.

De la sorte, on pourra enfin poser l'indication de la césarienne avec certitude et éviter ainsi toute indication de césarienne intempestive, voire dangereuse, car pratiquée trop à la hâte et sans que soient réunies toutes les conditions de sécurité pour l'enfant.

En définitive, grâce à la méthode, on peut ainsi éviter et réduire, en grand nombre, la mortalité néonatale et surtout la fréquence des séquelles graves qui grèvent si lourdement l'avenir des enfants dont la souffrance fœtale n'a pu être reconnue à temps.

On voit donc que, dans les cas limites, cette méthode va contribuer, pour une large part, à mettre au monde un enfant sain et vigoureux, évitant, ainsi le drame au sein du foyer et une lourde et inutile charge pour la société.

II - APRES L'ACCOUCHEMENT :

Le travail de l'accoucheur ne s'arrête pas à la section du cordon ombilical; il doit encore, en collaboration étroite avec le pédiatre, surveiller le nouveau-né dans les heures qui suivent la naissance.

L'examen clinique répété et minutieux peut maintenant être complété par la microanalyse du sang de l'enfant. L'acidose sera ainsi dépistée avec précision et pourra donc être combattue de façon précoce et exacte.

Indications :

Elles doivent être extrêmement larges. Pour notre part, nous n'hésitons pas à faire un dosage au moindre doute, même si celui-ci paraît parfois superflu. En pratique, les principales circonstances dans lesquelles la méthode est utilisée sont :

1° - Les cas où l'on a mesuré le pH au cours de l'accouchement. Il est préférable, en effet, même si le chiffre trouvé a été normal, de le vérifier sitôt la naissance. De cette manière, on complète utilement la surveillance en mettant toutes les garanties de son côté.

2° - Lorsque l'indice d'APGAR fait dès la naissance, indique un chiffre inférieur à 6 et que ce chiffre ne remonte pas au bout de trois minutes, malgré la réanimation. La mesure du pH est alors nécessaire pour dépister l'acidose et la chiffrer.

3° - En cas de troubles respiratoires, en particulier dyspnée, cyanose et surtout détresse respiratoire où cet examen est indispensable.

4° - Chez les prématurés, souvent fragilisés, dont la surveillance doit être étroite.

5° - En cas d'incompatibilité.

6° - Chez les nouveaux-nés de mère diabétique où chez les gros enfants qui sont fréquemment moins résistants.

7° - Enfin et surtout dans les cas où le nouveau-né n'est pas vigoureux et où l'on a "l'intuition" que ce n'est pas comme d'habitude.

Il peut s'agir de signe d'appel varié, par exemple, une hypotonie, un enfant qui geint, une absence de réflexes archaïques, une anomalie stéthacoustique etc...

Technique de prélèvement :

Elle est très simplifiée puisque l'on a accès directement à la peau de l'enfant. Si la mesure est faite dès la fin de l'accouchement, on peut prélever le sang au niveau du cordon.

Dans les autres cas, le siège d'élection est le talon du nouveau-né. Après avoir frotté énergiquement la région à inciser pour faciliter l'hyperhémie, on projette un jet de chlorure d'éthyl, puis on applique une fine couche d'huile de paraffine pour favoriser la condensation de la goutte.

On empoigne ensuite le talon du nouveau-né en comprimant bien pour refouler le sang en son centre et l'on fait une incision franche à l'aide d'un vaccinostyle stérile. Il se forme alors une goutte de sang bien sphérique que l'on recueille.

A l'opposé du prélèvement intravaginal qui nécessitait, compte tenu des distances, un cathéter souple et long, on peut utiliser ici un capillaire de verre de faible longueur.

Ce dernier apporte deux avantages : il est plus maniable du fait de sa taille réduite et de sa rigidité et surtout la diffusion des gaz, en particulier le CO₂, est beaucoup plus faible au travers des microtubes en verre, qu'au travers de ceux de polyéthylène.

Enfin, pour faciliter la manipulation, nous utilisons des capillaires pré-héparinisés.

Les tubes sont remplis, avant livraison, d'une solution aqueuse d'héparinate de sodium (0,5 mg/ml), puis séchés à l'étuve. Leur paroi intérieure est donc tapissée d'héparine.

L'extrémité du tube étant placée au contact de la goutte, le sang va facilement pénétrer dans le cathéter par simple capillarité. L'héparine va alors se dissoudre et se mélanger au sang.

On scelle alors une des extrémités du tube à l'aide d'un peu de cire, puis on introduit par l'autre extrémité un petit barreau de fer doux.

On scelle ensuite l'autre extrémité et l'on promène le long du tube et extérieurement un aimant permanent qui entraîne le barreau de fer doux dans le tube en mélangeant le sang et l'héparine.

Ce va et vient de l'aimant est répété une trentaine de fois, pour éviter toute coagulation. La mesure peut alors être effectuée en plongeant directement l'extrémité de l'électrode dans le capillaire pour aspirer le sang au travers de celle-ci.

Précautions :

Contrairement au prélèvement, au cours de l'accouchement, sur la présentation, la ponction du talon du nouveau-né est toujours extrêmement simple et ne pose aucun problème technique.

La seule précaution à prendre est d'éviter d'introduire des bulles d'air dans le tube. En pratique, on y parvient toujours facilement.

Incidents :

Ils sont inexistants. En fait, il n'y a pas plus de risque à faire cet examen qu'à faire une numération, c'est-à-dire que les indications doivent être extrêmement larges et que la mesure doit être répétée au besoin plusieurs fois de façon à pouvoir suivre l'évolution et l'action médicamenteuse.

Conduite à tenir :

Prenons le cas d'un nouveau-né chez lequel l'étude du pH réel révèle une acidose. En comparant le pH réel et le pH équilibré, on dépiste :

1° - soit une acidose gazeuse, c'est-à-dire, en rapport avec une atteinte respiratoire aiguë. L'accumulation de CO_2 ne peut être logiquement traitée que par le rétablissement d'une ventilation efficace. Des mesures précises sont à prendre en fonction de l'étiologie : simple aspiration et administration d'oxygène le plus souvent. Ailleurs, une ventilation artificielle après intubation trachéale est nécessaire.

Enfin, dans certains cas particuliers, il faudra évacuer un épanchement pleural ou un pneumothorax, rétablir la perméabilité laryngée par intubation.

Cependant, lorsque l'acidose respiratoire est sévère, elle s'accompagne souvent d'acidose métabolique qu'il faudra traiter.

2° - soit une acidose métabolique. Dans tous les cas, il faudra faire un traitement **symptomatique énergique et rapide**.

Dans ce but, on utilise une base tampon dont la plus couramment employée est le bicarbonate de sodium. C'est théoriquement le meilleur tampon possible, puisqu'il réagit intégralement moliéquivalent pour moliéquivalent avec l'ion H⁺.

Le poids moléculaire du bicarbonate de sodium étant de 84 g, 1 mEq de tampon équivant à 84 mg apportant également 1 mEq de sodium.

On utilise, en fait, le soluté semi-molaire à 42 % apportant 5 mEq par ampoule de 10 ml (le soluté équimolaire serait préférable surtout chez le prématuré pour éviter un apport liquidien trop important, mais il est trop concentré et agressif pour les parois veineuses).

En pratique, la méthode d'interpolation d'ASTRUP, grâce à un abaque curviligne fournit directement le déficit de base (c'est-à-dire le "base excess" négatif en cas d'acidose métabolique).

Le résultat est exprimé en moliéquivalent par litre. Une formule simple et pratique, quoique grossière indique la dose à injecter en mEq. :

$$\text{Déficit} \times 0,3 \times P \text{ n kilos}$$

La moitié de la dose est injectée rapidement à la seringue, l'autre partie est administrée dans les douze heures suivantes.

En fait, il est préférable de faire une nouvelle mesure dans les heures qui suivent, de façon à réajuster la posologie si besoin.

Intérêt :

On voit donc les avantages que procure la détermination du pH chez le nouveau-né. On peut, en effet, dépister l'acidose avec certitude et précision, dès son apparition.

En outre, la méthode d'interpolation nous indique si l'on est en présence d'une acidose gazeuse, métabolique ou mixte.

Par extrapolation enfin, on déduit les quantités exactes de base tampon à injecter pour rétablir l'équilibre.

Dorénavant, à l'encontre des traitements aveugles, les doses thérapeutiques seront calculées avec précision et leur effet sera contrôlé en permanence, permettant à tout moment un éventuel réajustement des doses.

LES CAS DU SERVICE :

Notre propre expérience porte sur une période d'environ dix mois. Un si court laps de temps ne permet pas de faire une étude statistique valable, mais il suffit pour dégager les premières impressions sur l'utilisation de l'appareil.

Parmi nos cas personnels, nous allons détailler ici les quelques exemples qui nous ont paru intéressants tant pour ce qui est de l'emploi de l'appareil que pour ce qui est de l'enseignement qu'on peut en tirer.

Précisons, tout d'abord, que nous n'avons jamais utilisé l'appareil de façon systématique, ne faisant appel à lui que lorsque l'examen clinique était insuffisant pour nous guider dans la conduite thérapeutique.

Exemple n° 1 :

Madame BO ... Jubiga

- primipare de 21 ans
- rupture artificielle des membranes à 6 cm
- émission d'un liquide trouble
- rythme cardiaque à 100
- étude du pH = 7,36
- mise en place d'une perfusion de synthocinon
- au bout de quinze minutes, dilatation complète
- extraction aux spatules de THIERRY d'un enfant de 3 kg 120, criant aussitôt.
- APGAR à 8 au bout d'une minute
à 10 au bout de quatre minutes
- un pH de contrôle fait un quart d'heure après la naissance est à 7,33

Commentaires :

Un liquide teinté a entraîné une étude du pH du sang foetal.

Le résultat normal nous a conduit à laisser se dérouler le travail en accélérant toutefois l'accouchement par la mise en place d'une perfusion et l'extraction aux spatules, du fait de la bradycardie relative.

A la rupture des membranes, l'émission d'un liquide teinté est l'indice fréquent d'une souffrance foetale. Le problème est de savoir si celle-ci a été ancienne et passagère ou si elle est actuelle.

L'étude du pH va permettre de trancher et en cas d'acidose, il faudra extraire rapidement l'enfant menacé.

Exemple n° 2 :

Madame SL ...

- femme de 23 ans, 2e pare (première grossesse normale)
- déclenchement du travail à huit mois 3/4
- contractions régulières et efficaces
- Bdc normaux
- rupture artificielle des membranes à 4 cm
- émission d'un liquide clair mais en excès
- présentation céphalique
- étude du pH à 5 cm = 7,20
- nouveau pH au bout de dix minutes = 7,28
- 2 heures après : accouchement normal d'un enfant de 3 kg 800 mesurant 50 cm
- a crié aussitôt
- APGAR à 9 au bout d'une minute
- à 10 au bout de quatre minutes
- examen à la naissance strictement normal
- évolution satisfaisante

Commentaires :

L'étude du pH a été entreprise, ici, pour un excès de liquide, bien que celui-ci soit clair. Le chiffre de 7,20 est le chiffre limite qui n'a pas permis de trancher entre la voie basse et la voie haute.

Compte tenu des Bdc très satisfaisants, d'un liquide clair et d'une évolution clinique normale, il a été décidé de refaire un pH au bout de quelques minutes après administration d'O₂ à la mère.

Le deuxième résultat à 7,28 était très rassurant puisque montrait une tendance à la disparition spontanée de l'acidose.

C'est grâce à cette deuxième mesure que l'on a pu décider, en toute connaissance de cause et en toute sécurité de choisir la voie basse.

Ici, l'étude du pH faite à deux intervalles rapprochés a permis de suivre l'évolution de l'acidose, d'en constater la disparition, évitant ainsi une césarienne inutile.

Exemple n° 3 :

Madame JU ...

- 34 ans, primipare
- rupture des membranes à 8 mois 1/2
- émission d'un liquide clair
- mauvaises contractions, col épais dilaté à 3 cm
- tête mal fléchie
- mise en place d'une perfusion de Synthocinon + Buscopan + Viadryl
- malgré cela le col est toujours épais, dilaté à 5 cm après 35 mn de perfusion
- étude du pH = 7,24
- césarienne
- extraction d'un enfant de 3 kg 200 et de 52 cm
- APGAR à 4 au bout de la première minute
- à 8 au bout de quatre minutes
- à 10 au bout de dix minutes
- évolution ultérieure satisfaisante

Commentaires :

Ici, l'indication du pH a été portée sur un arrêt de la progression. Le chiffre obtenu (7,24) est à la limite du pathologique.

Cependant, il s'agissait d'une primipare âgée avec de mauvaises contractions malgré le synthocinon.

Ces deux éléments nous ont fait pencher pour une césarienne immédiate sans attendre une aggravation de l'acidose.

On voit donc qu'il ne faut pas raisonner uniquement sur les chiffres, mais qu'il faut tenir compte du contexte et des signes cliniques.

Il est évident que le même résultat chez une jeune femme aux contractions efficaces nous aurait incité à refaire un pH avant de décider la césarienne.

C'est surtout dans la zone comprise entre 7,20 et 7,24 qu'il est difficile de trancher d'où la nécessité de toujours confronter la clinique avec les examens de sang.

Exemple n° 4 :

Madame LA ...

- primipare de 22 ans
- évolution normale de la grossesse
- déclenchement du travail à 8 mois $3/4$
- rupture artificielle des membranes à 5 cm
- Bdc bien frappés, mais à 7 cm de dilatation apparition d'une bradycardie à 90 persistant en dehors des contractions.
- pH = 7,28
- une heure après le pH, accouchement normal d'un enfant criant aussitôt

Commentaires :

Le pH a été fait ici sur l'apparition d'une bradycardie sans autre signe clinique. L'étude du pH a bien mis en évidence que cette bradycardie n'était pas due à une souffrance foetale, mais plutôt à un réflexe vagal déclenché sans doute par la compression céphalique.

L'apparition d'une bradycardie isolée au cours du travail soulève toujours un grave problème : s'agit-il du premier signe d'une souffrance foetale débutante ou sommes-nous en présence d'un réflexe vagal quasi physiologique ?

L'étude du pH foetal répond à cette question et évite par là même une césarienne inutile ou au contraire permet de l'effectuer à temps avant que la souffrance ne s'aggrave et n'entraîne des lésions cérébrales.

Exemple n° 5 :

Madame FE ...

- 24 ans 2e pare (une fausse-couche curetée)
- rupture spontanée des membranes à terme
- émission d'un liquide clair
- à l'examen du bassin : promontoire atteint à bout de doigt. Lignes innominées suivies entièrement. Epines sciatiques saillantes, bassin entièrement explorable; ogive fermée; parties molles toniques.
- malgré la petite taille foetale, l'engagement reste problématique
- on décide une épreuve du travail
- les Bdc sont bons; il n'y a pas d'issue de méconium
- pH à 5 cm = 7,29; $PCO_2 = 42$
- on poursuit l'épreuve
- une heure après, accouchement d'un garçon de 2 kg 820 criant aussitôt
- APGAR à 10 au bout de la première minute

Commentaires :

Une épreuve du travail est toujours un peu aléatoire. C'est en quelque sorte un "essai" que l'on fait pour savoir si la voie basse est possible. Il existe par conséquent toujours une part d'inconnu.

L'étude du pH diminue cette inconnue et indique le retentissement de cette épreuve sur le fœtus. En définitive, c'est le chiffre du pH qui va déterminer si l'on doit l'interrompre et faire une césarienne.

Exemple n° 6 :

Madame JA ...

- 41 ans 7e pare (5 accouchements normaux; un mort-né)
- rupture spontanée des membranes au 9e mois.
- émission d'un liquide "purée de pois"
- tête mobile très haute
- Bdc réguliers mais assourdis
- la présentation haute, l'assourdissement des bruits du coeur et le liquide teinté font décider la césarienne
- a la naissance APGAR à 2 à une minute
à 3 à quatre minutes
à 4 à dix minutes

- l'enfant est intubé et ventilé
- la respiration spontanée apparaît au bout de dix minutes; le premier cri a lieu à onze minutes.

- pH à la trentième minute : 7,18 PCO_2 79 mmHg

B.E. - 12

- D'après les résultats, on injecte par cathétérisme ombilical 24 cc de soluté bicarbonaté semi-molaire en trois fois. Une heure, après le naissance, l'APGAR est à 8.

- Au bout de 18 heures, un nouveau pH est à 7,45 avec un B.E. à + 4 et une PCO_2 à 48.

- On enlève le cathéter et on arrête les injections de bicarbonate.

- Sur le plan clinique l'enfant est bien coloré et en bon état, malgré une légère hypotonie.

Commentaires :

Ce cas est malheureusement un échec partiel de la méthode. En effet, un liquide "purée de pois" était l'indication formelle d'une étude du pH dès la rupture des membranes de façon à savoir si la souffrance foetale était actuelle ou non.

En fait, nous n'avons pas réussi à faire de prélèvement sur cette présentation très haute et très mobile.

Au cours de cette tentative infructueuse, les bruits du coeur se sont assourdis et c'est finalement sur la clinique que nous avons décidé la césarienne.

Par contre, dès la naissance l'étude du pH nous a permis de diagnostiquer l'acidose avec précision, nous indiquant les doses exactes de bicarbonate à injecter.

En outre, l'amélioration clinique a pu être confirmée par un nouveau pH fait 18 heures après l'accouchement.

Cet exemple nous rappelle que l'étude du pH n'est pas un examen universel qui va résoudre tous les problèmes de l'obstétrique.

Il a malheureusement ses limites et dans ce cas précis, nous n'avons pu réussir à faire le prélèvement "per partum".

D'où la nécessité de coupler cet examen avec d'autres techniques dont le principe est différent.

Dans ce but, l'E.C.C. foetal comble en partie les lacunes du pH mètre. On voit donc que ces deux méthodes, loin de s'opposer, se complètent utilement.

Exemple n° 7 :

Madame VA ...

- 26 ans, primipare
- rupture artificielle tempestive
- émission d'un liquide clair
- Bdc normaux
- durée du travail 12 heures
- à la naissance : hypotonie avec mouvements inspiratoires espacés.
- APGAR à 3 à une minute
 - à 3 à quatre minutes
 - à 7 à dix minutes
- pH = 7,29 B.E. = - 11
- la quantité de bicarbonate à injecter est déduite de la B.E. d'après la formule :

$$\frac{\text{B.E.} \times \text{P} \times \text{Q en mEq}}{3}$$

Si P = poids en kg

$$\text{Q} = \frac{11 \times 3}{3} = 11$$

- injection de 20 cc de bicarbonate en deux fois.
- au bout de 3 heures, le cri est franc et même violent. Le tonus est sensiblement normal.
- un pH fait 10 heures après est à 7,30 avec une PCO_2 à 51 et un B.E. à - 3.
- le pH équilibré est à 7,32.

Commentaires :

Dès la naissance, un APGAR abaissé avec des troubles respiratoires fait craindre une acidose qui peut être chiffrée et corrigée avec précision au moyen du pH mètre.

En fonction de la base excess et du poids, on peut déduire le chiffre exact de mEq à injecter pour lutter efficacement contre l'acidose.

Seule la dose nécessaire et suffisante sera administrée évitant par là même des posologies imprécises.

L'efficacité de la dose pourra d'ailleurs être contrôlée à tout moment par un nouveau pH.

Exemple n° 8 :

Madame de M ...

- 2e pare
- rupture spontanée des membranes à 8 mois
- liquide légèrement teinté
- accouchement normal
- examen clinique normal
- APGAR à 8 au bout de quatre minutes
- 28 heures après la naissance, apparition sur le visage et sur le corps de plaques purpuriques diffuses.
- 36 heures après la naissance, l'enfant présente des pauses respiratoires. Il s'installe progressivement une cyanose péri-buccale et des ongles.
- le pH fait à la 36e heure est à 7,18; $PCO_2 = 79$
- pH équilibré à 7,37
- malgré la réanimation, l'état général s'altère et les troubles respiratoires s'accroissent, entraînant la mort au bout de quelques heures.
- dans les différents liquides prélevés avant la mort, on a pu relever l'existence d'une infection à *Listeria*.

Commentaires :

L'étude du pH justifiée ici par l'apparition de troubles respiratoires a conduit à préciser l'existence d'une acidose essentiellement gazeuse avec une faible composante métabolique.

Cette distinction est importante, du moins au début, aussi bien sur le plan étiologique que sur le plan thérapeutique.

Lorsque l'on connaît le type d'acidose, on peut la combattre plus efficacement en utilisant les thérapeutiques appropriées.

Malheureusement dans ce cas, on n'a pu empêcher l'évolution fatale de cette septicémie à *Listeria*.

Exemple n° 9 :

Madame DU ...

- primipare

- césarienne systématique au 9e mois pour bassin généralement rétréci

- enfant en état de mort apparente de 2 kg 600

- APGAR à 2 à une minute

à 2 à quatre minutes

- Intubation à six minutes

- Respiration spontanée et premier cri à 25 minutes

- pH à la 50e minute = 7,03

B.E. = - 16

- administration de bicarbonate dont la dose totale est déduite de la formule :

$$\text{qn mEq} = \frac{\text{B.E.} \times \text{P}}{3}$$

$$\text{soit : } \frac{16 \times 2,6}{3} = 13 \text{ mEq}$$

- on injecte ainsi 15 cc de la solution semi-molaire de bicarbonate dès le résultat du prélèvement, puis 10 cc répartis dans les 8 heures suivantes.

- au bout de 10 heures un nouveau pH est à 7,32 avec une B.E. à - 2.

- l'évolution est satisfaisante, l'examen clinique, en particulier est normal.

Commentaires :

Au cours des césariennes, on peut avoir un APGAR à la première minute légèrement abaissé du fait de l'anesthésie.

En effet, l'enfant est endormi, ne crie pas, se trouve souvent hypotonique.

Ici, ce n'est plus le cas et l'APGAR très bas, sans tendance à remonter spontanément doit demander une étude du pH

Le résultat confirme la clinique. Il donne, en outre, une indication précise quant à la quantité de bicarbonate à injecter à l'enfant.

La posologie n'est plus faite à l'aveugle, mais dosée mEq par mEq.

En outre, on peut à tout moment contrôler l'efficacité de la thérapeutique.

Exemple n° 10 :

Madame TO ... Marie-France

- primipare
- rupture prématurée des membranes à 8 mois 1/4
- émission d'un liquide clair
- contractions régulières et de bonne qualité
- après un travail de 6 heures accouchement normal d'un enfant de 2 kg 050 criant aussitôt
- APGAR à 8 au bout de quatre minutes
- les trois premiers jours de la vie se déroulent normalement
- l'examen neurologique est normal. Les réflexes archaïques sont tous présents.
- le murmure vésiculaire est bien perçu dans ses deux champs
- il n'y a pas de cardiopathie décelable à l'auscultation
- au 4e jour l'enfant commence à geindre et il apparaît quelques épisodes d'apnée avec légère cyanose pér-buccale.
- administration d'oxygène
- le pH est à 7,32 $PCO_2 = 51$
- au bout de quelques heures les apnées disparaissent spontanément ainsi que la cyanose.

Commentaires :

L'apparition d'une cyanose avec troubles respiratoires chez un prématuré doit toujours faire penser à la possibilité de membranes hyalines.

Quel que soit le trouble pulmonaire, l'étude du pH permet d'étudier son retentissement sur l'état de l'enfant, d'en suivre l'évolution et de contrôler l'effet des thérapeutiques.

Exemple n° 11 :

Madame BR ... Santos

- femme de 24 ans, 2e pare (premier accouchement normal)
- rupture spontanée des membranes à 4 cm
- contractions régulières et efficaces
- Bdc bien frappés et réguliers
- le travail progresse de façon satisfaisante, mais est long et entraîne une fatigue importante maternelle
- pour cette raison, on décide l'extraction au forceps de TARNIER
- accouchement d'un enfant de 2 kg 960
- criant au bout de 3 minutes
- APGAR à 4 à quatre minutes
à 6 à dix minutes
à 8 à vingt minutes

A 20 minutes le pH est à 7,22 avec un B.E. à - 9; $PCO_2 = 80$ pH équilibré = 7,29

Sur ces résultats on déduit la quantité de bicarbonate à administrer soit :

$$Q = \frac{B.E. \times P}{3}$$

ou Q = quantité de base en mEq

B.E. = base excess

P = poids du nouveau-né en kg

$$\text{donc } Q = \frac{9 \times 3}{3} = 9$$

On injecte donc 20 cc d'une solution de bicarbonate à 42 ‰, c'est-à-dire une solution semi-molaire, apportant 5 mEq par ampoule de 10 cc

- 10 cc sont injectés dès le résultat
- 10 cc seront injectés dans les 8 heures suivantes

Un contrôle fait 10 heures après la naissance indique un pH actual à 7,35 avec un B.E. à + 1

Commentaires :

L'étude du pH à la naissance est motivée pour de nombreuses raisons, mais c'est le plus souvent lorsque l'indice d'APGAR est abaissé que l'on demande cet examen.

Par ce moyen, on peut ainsi chiffrer exactement l'état de l'enfant, calculer son déséquilibre et le combler. Les prélèvements répétés permettront d'en suivre l'évolution.

Ainsi, la surveillance n'est plus seulement qualitative, d'après l'examen clinique, elle devient en plus quantitative en s'appuyant sur des chiffres précis.

Exemple n° 12 :

Madame VA ...

- primipare de 24 ans
- liquide clair, mais légèrement fétide
- Bdc réguliers, de fréquence normale au cours du travail
- bonnes contractions
- accouchement normal, durée du travail 4 heures
- enfant criant aussitôt
- poids 3 kg 100 T = 43 cm
- APGAR à 9 à la naissance
- 15 minutes après la naissance, apparition d'une cyanose unguéale et péri-buccale, puis l'enfant commence à geindre. L'examen clinique est normal. On ne retrouve pas de cardiopathie et les murmures vésiculaires sont bien perçus dans les 2 champs
- les réflexes archaïques sont tous présents, mais il existe une discrète hypotonie.
- pH fait 3/4 d'heure après la naissance = 7,30; $PCO_2 = 59$ mm Hg ; B.E. = - 0,5
- disparition de la cyanose, d'abord sous O_2 , puis spontanément.

F

Commentaires :

Ici, l'accouchement s'est déroulé de façon satisfaisante et tout laissait prévoir une évolution normale lorsqu'est apparue cette discrète cyanose.

Cette cyanose avec hypotonie chez un enfant geignant a motivé l'étude du pH.

Un résultat à 7,30 avec un B.E. à - 0,5 a permis d'éliminer une acidose et à démontrer que la discrète cyanose n'avait pas de retentissement sur le fœtus.

Exemple n° 13 :

Madame PO ...

- primipare de 32 ans
 - opérée pour stérilité en 1964 (myomectomie + réimplantation tubulaire)
 - pas d'antécédent de fausse couche
 - déclenchement du travail à terme
 - rupture spontanée des membranes
 - émission d'un liquide légèrement teinté
 - présentation céphalique en occipito-sacré
 - rotation par spatul de THIERRY
 - dégagement sur occipito-pubien
 - accouchement d'une fille de 3 kg 920 ; 51 cm
 - cyanosée, criant après 3 minutes de réanimation
 - APGAR à 2 au bout de une minute
 - à 5 au bout de quatre minutes
 - pH fait immédiatement après la naissance :
Actual = 7,13 B.E. = T2 PC O₂ = 80
 - administration intraveineuse de 20 cc de solution bicarbonatée semi-molaire, en deux fois
 - O₂ au masque
 - au bout de 2 heures, le deuxième pH est à 7,27 avec un B.E. à -3
- Par suite, l'évolution est satisfaisante.

Commentaires :

L'étude du pH était largement justifiée du fait d'un APGAR à 2 à la naissance. Le pH fait immédiatement après la naissance a révélé une forte acidose.

L'injection de bicarbonate et l'administration d'O₂ a fait rapidement remonter le pH.

Ces deux résultats prouvent d'une part l'efficacité du bicarbonate et de l'O₂, d'autre part l'utilité des mesures du pH qui parviennent à chiffrer avec précision l'acidose, permettant ainsi de mieux la combattre.

Rappelons à propos de ce cas que la détermination de la $P\text{CO}_2$ se fait de façon indirecte par déduction graphique en mesurant le pH de l'échantillon de sang soumis à deux $P\text{CO}_2$ connus. Cette méthode est généralement suffisante.

Toutefois, en cas d'acidose importante, la droite devient très verticale et par conséquent une erreur minime dans la mesure des pH va se traduire par un écart important dans la détermination de la $P\text{CO}_2$.

Dans ces cas, il est préférable d'étudier la $P\text{O}_2$ que l'on mesure rapidement et directement éliminant ainsi de nombreuses causes d'erreur.

Il existe pour ce faire, un dispositif spécial adaptable au pH mètre et qui permet la lecture directe en mm HG de la $P\text{O}_2$.

Nous ne possédions pas encore, à l'époque, cet appareil annexe dont l'usage est limité à des cas précis.

Exemple n° 14 :

Madame AI ... S

- femme de 29 ans, 4e pare (3 accouchements normaux)
- métrorragies à 6 mois 1/2
- déclanchement prématuré du travail à 7 mois
- malgré le traitement et le repos
- accouchement normal d'un enfant de 1900 gr
- APGAR à 10 à la naissance
- pH à la naissance 7,25
- pH équilibré 7,32
- administration d'O₂
- nouveau pH au bout de 2 heures : 7,36
- Evolution satisfaisante.

Commentaires :

Le pH a été fait systématiquement du fait de la prématurité.

La dissociation entre un pH réel relativement bas et un pH équilibré normal prouve qu'il existe une légère acidose gazeuse. Celle-ci est plus fréquente chez les prématurés dont la mise en route des fonctions respiratoires est souvent difficile.

L'évolution rapide vers la normalisation du pH après administration d'O₂ confirme l'acidose essentiellement gazeuse.

Exemple n° 15 :

Madame A ... Julienne

- femme de 31 ans, 4e pare (3 accouchements normaux)
- présentation de siège
- rupture artificielle des membranes à 8 mois 1/2
- émission d'un liquide clair
- grande extraction sur siège complet
- enfant 3 kg 500, criant aussitôt
- APGAR à 7 à une minute
à 9 à quatre minutes
- examen cardiovasculaire normal
- reflexes archaïques présents, on note cependant une légère hypotonie.
- 5 heures après, l'hypotonie persiste, isolée, le reste de l'examen étant, par ailleurs, normal.
- la Rachicentèse ramène un liquide normal, macroscopiquement et microscopiquement.
- le pH est à 7,26

Au cours de l'évolution, l'hypotonie va disparaître progressivement en 24 heures.

Commentaires :

Ici le pH a été fait de principe devant un examen clinique qui n'était pas tout à fait normal.

On peut ainsi, sur la constatation d'une légère anomalie découvrir une acidose muette cliniquement, et agir avant qu'elle n'entraîne des désordres graves.

Quelle que soit l'anomalie constatée chez le nouveau-né, l'étude du pH nous renseigne sur les conséquences de celle-ci sur l'équilibre de l'enfant.

Exemple n° 16 :

Madame CO ... Ludovic

- femme de 30 ans; 1^{ère} par (premier accouchement normal)
- rupture artificielle à 5 cm
- émission d'un liquide clair
- déroulement satisfaisant du travail
- bruits du coeur bien perçus
- accouchement normal d'un enfant de 3 kg 600
- cri immédiat. APGAR à 10 à la naissance.
- 2 heures après la naissance, apparition d'une polypnée avec légère cyanose disparaissant sous O₂.
- auscultation cardiopulmonaire normale.
pH = 7,34 PC O₂ = 58
B.E. = - 4 pH équilibré = 7,36
- à l'arrêt de l'O₂ au bout d'une heure, disparition de la cyanose spontanément et définitivement.
- un pH de contrôle fait le lendemain est à 7,38.

Commentaires :

Le pH était justifié ici par une légère cyanose bien que le chiffre soit normal, on est frappé par la discordance entre un pH actuel et équilibré normal, alors que la B.E. est à - 4.

Ceci s'explique par une petite faute technique. Le prélèvement pour le dosage de la B.E. a été fait ici à la seringue et la quantité d'héparine mélangée au sang a été trop importante, faussant par la même le résultat de la B.E.

D'où la précaution de ne jamais utiliser plus de 0,5 mg d'héparine par ml de sang.

Exemple n° 17 :

Madame FE ...

- 28 ans; 3e pare (accouchements antérieurs normaux).
- grossesse normale
- rupture artificielle tempestive
- émission d'un liquide clair
- accouchement normal d'un enfant de 3 kg 500; 49 cm; criant aussitôt.
- examen de l'enfant strictement normal.
- rate non perçue
- au deuxième jour apparition d'ecchymoses importantes au niveau du visage et du cou.
- au quatrième jour apparition d'un ictère isolé avec bilirubine à 232 mg.

Test de COOMBS négatif. Agglutinines irrégulières = 0

Groupe 0 +

Examen neurologique normal.

Le pH est à 7,35 $P\ CO_2 = 45$ B.E. = - 2

- Après deux séances d'exsanguino-transfusion l'ictère disparaît (bilirubinémie = 25).
- Les tests hématologiques ayant éliminer une incompatibilité, l'hypothèse la plus vraisemblable reste l'ictère par résorption d'hématomes.

Commentaires :

L'étude du pH, ici est justifiée par l'apparition de l'ictère. En effet, une hémolyse peut favoriser une souffrance foetale.

Qu'il s'agisse d'un ictère ou d'une autre atteinte pathologique, il est nécessaire de mesurer le retentissement de toute agression sur l'équilibre acido-basique du fœtus.

Exemple n° 18 :

Madame BE...

- primipare de 19 ans
- contractions régulières et efficaces
- présentation céphalique haute et mobile
- à la rupture spontanée des membranes apparition d'une procidence du cordon
- césarienne
- extraction d'un enfant cyanosé, hypotonique de 3 kg 300
- réanimation; intubation
- APGAR à 2 à la cinquième minute
- Injection de 10 Meq de bicarbonate dès la naissance.
- pH de contrôle au bout d'une heure = 7,21 B.E. = - 4
- sans nouveau traitement : pH au bout de 15 heures = 7,35.

Commentaires :

Le pH, motivé ici par un APGAR effondré a été fait une heure après injection de bicarbonate.

L'acidose est alors modérée et déjà comblée en partie par l'administration de la base tampon.

Sans nouveau traitement, le pH est redevenu strictement normal. N'ayant pas fait l'étude du pH au premier cri, nous avons utilisé ici l'appareil surtout comme un moyen de contrôle.

- Dans un premier temps = contrôle de la thérapeutique administrée.
- Dans un deuxième temps = contrôle de l'évolution spontanée.

Nous permettant, par là même, de réajuster ou de changer si besoin les prescriptions.

Exemple n° 19 :

Madame GI ...

- 19 ans; 2e geste une fausse couche curetée
- rupture spontanée prématurée à 7 mois 1/2
- émission d'un liquide clair, mais fétide au moment de l'expulsion
- siège décomplété. Grande extraction systématique, épisiotomie préventive.
- Enfant de 1 950 gr; 43 cm
- à la naissance : aspiration, intubation
- APGAR à 1 à une minute
- injection de 10 cc de bicarbonate semi-molaire par un cathétère ombilical.
- APGAR à 7 au bout de quatre minutes.
- respiration normale, coloration rosée.
- APGAR à 9 au bout de dix minutes
- 6 heures après la naissance pH de contrôle = 7,26. Evolution favorable malgré une petite anémie au 8e jour, compensée par une petite transfusion de 80 jours.
- reprise du poids de naissance au bout de 10 jours.

Commentaires :

Compte tenu de l'APGAR à 1, nous avons préféré glisser un cathétère ombilical et injecter sur le champ du bicarbonate dont nous avons contrôlé l'action par une mesure du pH dans les heures qui suivent.

Cette façon de procéder est moins logique, mais l'aspect clinique de l'enfant justifiait un geste très rapide. L'étude du pH a néanmoins permis de contrôler le traitement, évitant ainsi un surdosage ou un sous dosage.

Nous voyons donc, parmi une vingtaine d'exemples sélectionnés que l'étude du pH foetal est motivée par des raisons fort diverses.

Toutes ont cependant en commun la recherche de la souffrance foetale et néo-natale.

Notre premier souci est de la dépister le plus tôt possible grâce à l'appareil, et ceci malgré ses aspects trompeurs. Ensuite, nous la chiffrons avec précision et étudions ses caractères et son retentissement sur les autres composants fournis par la méthode d'interpellation.

L'acidose étant ainsi bien déterminée, nous agissons en conséquence :

- Au cours du travail, nous terminons l'accouchement au plus vite.
 - Dès la naissance, nous luttons contre cette acidose en ajustant exactement les thérapeutiques aux chiffres déduits des graphiques.
- De nouvelles mesures à intervalles réguliers nous permettent de contrôler à tout moment le bien fondé de nos prescriptions.

C O N C L U S I O N S

Parallèlement aux autres disciplines, l'obstétrique a évolué et de nos jours il n'est plus pensable de faire des accouchements comme au temps d'HIPPOCRATE.

Cependant, quelle que soit l'époque, le but de l'accoucheur est toujours le même : mettre au monde un enfant vivant et vigoureux.

Aujourd'hui plus qu'hier dans ce monde où les diplômes sont plus utiles que les muscles, il est capital de préserver tout le potentiel intellectuel du fœtus.

Pour ce faire, les maternités ont bénéficié largement de l'évolution des techniques, complétant la traditionnelle et irremplaçable surveillance clinique par de nouveaux moyens optiques, biochimiques et électriques. Ainsi, peu à peu, les salles de travail se sont vues dotées d'un équipement capable de détecter cette obsédante souffrance fœtale avant même son apparition clinique.

Parmi les armes récentes dont nous disposons l'étude du pH du sang fœtal prélevé par micro-ponction paraît avoir un avenir prometteur du fait de ses qualités.

Au cours du travail, après rupture des membranes une goutte de sang de l'enfant sera prélevée et aspirée au travers de l'électrode d'un pH mètre dont la lecture directe sur le cadran détermine le pH fœtal, établissant par là même, en cas d'acidose le diagnostic de souffrance fœtale. Grâce à la méthode, on peut ainsi dépister une souffrance fœtale à son tout début.

Ce diagnostic étant porté avec certitude, on va agir rapidement et extraire un fœtus menacé.

Ailleurs, au contraire, si le pH est normal, on va pouvoir poursuivre sans danger l'accouchement par voie basse, alors même que certaines conditions paraissent cliniquement défavorables.

Après la naissance, l'étude du pH et des autres composantes va permettre à la moindre anomalie d'en étudier le retentissement sur le nouveau-né, puis d'en déduire les doses thérapeutiques à administrer.

Il s'agit d'un moyen de dépistage, simple, rapide, précis et sans danger dont les indications sont très étendues.

Quelques exemples tirés de nos cas personnels à la Maternité de l'Hôpital BICHAT, nous ont permis d'illustrer et de démontrer tout l'intérêt que l'on pouvait tirer de l'appareil.

Certes, il a ses limites, mais son utilisation doit contribuer pour une grande part à diminuer le taux de mortalités néo-natales et péri-natales.

Vu, le Président de thèse :

Vu, le Doyen de la Faculté :

Professeur MORIN

Professeur BROUET

Vu, et Permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

G. MALLET

BIBLIOGRAPHIE

Fetal suffering

Acta Obstet. ginecol. Hisp. insit. 16 : 145-58
Mar. Apr. 68 (Portugal)

Control of the state of the intrauterine fetus

Materin Dets Jan. 1968 (Russie)

Fetal Blood Sampling

Practical approach to management of foetal distress. Col
British Méd. Feb. 1963

Fetal distress in labor with reference to the clinical significance of the
foetal Heart Rate curve and the Acid-base in the peripheral
blood of the foetus. SAKAMOTOS

J. Jap. Obstet. Gynec. Soc. Aug. 68 (Japan)

Results of the analysis by fetal blood test in routine work
STEALL W. et Al.

Gynecologin (Basel) 165 152.7. 1968
(Germany)

Remarks on the application of the astrup micro method in obstetrics :

Gynecologin (Basel 165.158 61 (Germany)

Acid base equilibrium in the early diagnosis of fetal distress.
Advantages and limitations

Rev. Ostet. Ginec. 22 785.803 Nov. 1967 (Italy)

Auscultation and the Actual Pt of the fetus during the expulsing period, and its
relation to the condition of the new-born

Acta obstet ginecol hisp. insit 16 : 389. 98. Sept-oct. 68 (Spain)

Control of the fetus during labor

110. 658-9 23 Mar. 1963 (Hongrie)

Biochemical studies of the foetus

II - Fetal

Obstet. gynec. 33 : 237.55 Feb. 1963.

I - The Fetal measuring system

33. 219. 36. Feb. 1963

The Ph value of capillary blood in the diagnostis of fetal diseases.

Rev. ostet. ginec. 23 : 653-62. Sept. 1968 (Italie)

Intra partum fetal Ph determination on high risk patients

Ohio Med. J. 65 : 815-9 Aug. 1963.

The validity of foetal capillary blood sample during labor -

Gynaecologia (Basel) 167 : 511 -21. 1963

The clinical measurement of fetal blood

Deutsch Gesundh 23 : 353-5 22 Féb. 68 (Germany)

Beard R.W.

Fetal and maternal Acid-Base Balance during normal labour.

J. Obstet gynec. Brit. comm. 1965-72 . 436.

SALING E.

New Method of safe guarding the life of the foetus before and during labor

J. int. Fed. gynaec. obstet. 3:100. 1965.

SURANY S., GAAL, J., KOMAROMY, B. MITTOTTY G.Y., MOLSARY, P. and POHANNA O.

New method for estimating foetal Acid base balance during delivery.

Lancet I. 744. 7966.

SALING E.,

Erstmalige Blutgusanalysen und Ph, Messungen am Feten unter der Geburt
und die Klinische Bedantung cheses neuen Vergahrens.

Arch. Gynäk, 1962 - 198 p. 92

SALING E.

Introduction à l'étude de l'amnioscopie et des microprélèvements du sang
foetal.

Cours tenus à la Städt Franen Klinik Berlin Neukölln du 7 au 12 mars 1961.

Journée parisienne de Pédiatrie 1968 Flammarion

Relationship between Blood Ph and heart rate in the human foetus during labor.

American journey obstetrick gyneco 1967 97-530

Gyneco et obst.

66 293. 302 Juillet Août 1967.

J. SANTARELLI et coll.

La souffrance dans les grossesses pathologiques. Intérêt de l'examen du liquide amniotique.

Obst. and Gynecol.

Amniotic fluid Ph as an indicator of fetal asphyxin.

BRETSCHER J. et SALINY E.

Ph value in the human fetus during labor.

Am. J. Obstet. gynec. 1967.97.906.

NEWMANN W., BRAID D., WOOD C.

I - Fetal acid base status. Relationship between maternal and Fetal PCO_2
Amer. J. Obstet. gyneco. 1967 97-43.

II - Fetal Acid Base status Relationship between maternal and fetal blood Bicarbonate

Am. Jour. Obstet. gynecol. 1967 - 97 - 52.

STRENGER V., EITZMANN O., GESSNER T., PRYTOWSKY H.

A study of the Acid-base Balance of the foetus and the new-born and its relationship to of the mother

Amer. J. Obstets gynecol. 1964. 90. 625.

WALKER A. PHILLIPS L., POWE L., WOOD C.A.

A new instrument for the measurement of tissu $P O_2$ of the human fetal scalp.

Amer. J. Obstet. Gynecol. 1968. 1. 63-71.

WOOD C.

Fetal Heart rate and acid-base status in the assessment of fetal hypoxia
Amer. J. Obstet. gynecol. 1967. 98-62.

The technique of foetal Blood sampling

Proc. Roy. so. Med. 61. 487. 8. May 1968.

Comparative studies of the actual Blood gass and the Acid Base status in the fetal and maternal capillary blood during delivery.

Z geBurtsh Gynaek. 167 : 113-55. 1967.

The diagnosis of fetal distress

Lesk gynec. 33:90-2 Feb. 1968 (Finlande)

Blood microstudies of the fetus

M Schr. Kinderheilk 115 : 136-8 67 (Saling)

Microanálisis de Sangre foetal y direccíon medicamentosa del parte.
Acta gynecologica Val 18 nº1 1967 p. 45-49.

HON

Detection Of fetal distress
5e Congrès de gynec. et obst. Sydney 1967.

MASSI G.B. et Coll.

Correlazione Tra frequenza cardiac a et phlematico capillare fetale.
Symposium sur les problèmes de la souffrance foetale.
Sienne 1966.

MOREL - Thèse 68 Paris

Pression intra amniotique et mesure du Ph foetal dans les accouchements
sous anesthésie de longue durée.

R. VOKAER

Obstetrique. Grands syndromes.
Masson. Edition.

Nos recherches sur la souffrance foetale.
PONTONNIER, LAGORCE, TOURNIE, FOURNIE, DELMAS et coll.

Revue de Médecine de Toulouse. Mars 1969

Dépistage et évaluation de la souffrance foetale - Progrès récents.
RAVINA

Presse Médicale nº 39 oct. 1968 p : 1865

Detecting foetal hypoxie

British Méd. Journal nº 5511. 1966.

Symposium sur les problèmes de la souffrance foetale.

Revue Française de Gyneco. 1967 62.12 722.

Effects of maternal hypertension of fetal scalp blood Ph, PCO_2 and PO_2
LUMLEY J. et AL

J. Obstet gyneco. Brith. Comm. 76. 512. 7 juin 1965.

ANOXIA and ACIDOSIS in the evaluation of fetal distress during labor.
KEYMER E.

Revue Chile Obstet. Ginec. 33. 55-65 1968 (Spain)

Acid base monitoring of the fetus during labor with blood obtained from the scalp.
SEEDS A.E. and All

J. Pediatr. 74. 804. 7. Mai 1969.

Place de la rééquilibration du milieu intérieur dans le traitement de la souffrance néonatale.

SACREL-WILLART GEISERT

Médecine infantile 3 mars 1963

Early correction of hypoxemin and acidemia in infants of low birth weight

SINCLAIR, KNUD ENGEL, W. SILVERMAN

Le nouveau-né, le Ph et la mort

CORMIER, DEBRAY, GALLAND-JOLLY

Concours médical AV. 1969.

